

# 团体标准

T/ITS 0237-2024

## 面向汽车智能座舱测试的仿生机器人 技术规范

Technical specification of humanoid robot for automobile intelligent cabin test

2024-10-9 发布

2024-10-9 实施

中国智能交通产业联盟 发布



目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 一般要求 ..... 3

5 功能要求 ..... 6

6 性能要求 ..... 7

7 可靠性及其他要求 ..... 9

8 试验方法 ..... 10

参考文献 ..... 13

## 前 言

文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：重庆渝微电子技术研究院有限公司、交通运输部公路科学研究所、东风商用车股份有限公司、华为技术有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司。

本文件主要起草人：王丽丽、董轩、李阳、漆奇、刘璐、耿心、刘楠、李博、张强、李艺、张鑫、杨诺、王维、唐秋阳。

本文件为首次发布。

# 面向汽车智能座舱测试的仿生机器人技术规范

## 1 范围

本文件规定了汽车智能座舱测试的仿生机器人技术要求及试验方法，其中，仿生机器人符合成年人特征。

本文件适用于指导汽车智能座舱仿生机器人的评测。。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 4943.1-2022 音频、视频及类似电子设备 安全要求
- GB 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分 通用技术条件
- GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法
- GB/T 2428-1998 成年人头面部尺寸
- GB/T 10000-2023 中国成年人人体尺寸
- GB/T 12642-2013 工业机器人 性能规范及其试验方法
- GB/T 15759-2023 坐姿人体模板功能设计要求
- GB/T 16252-2023 成年人手部尺寸分型
- GB/T 36464.2-2018 信息技术 智能语音交互系统 第2部分：智能家居
- GB/T 38871-2020 工业环境用移动操作臂复合机器人通用技术条件
- GB/T 40660-2021 信息安全技术生物特征识别信息保护基本要求
- GB/T 41772-2022 信息技术 生物特征识别 人脸识别系统技术要求
- GB/T 41797-2022 驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法
- GB/T 42746-2023 成年人三维足部模型
- GB/T 42982-2023 工业机器人平均无故障工作时间计算方法
- GA/ T 1212-2014 安防人脸识别应用防假体攻击测试方法
- JJG 1035-2008 通信用光谱分析仪
- JJF 1309-2011 温度校准仪校准规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**仿生机器人 humanoid robot**

具有人类的外形且通过程序控制模仿人类动作的机器人。

[来源：GB/T 41797-2022，定义 3.6]

#### 3.2

**头部姿态 head pose**

仿生机器人抬头、低头或左右摆头时，头部前后倾斜角度和水平旋转角度。

[来源：GB/T 41797-2022，定义 3.3，有修改]

#### 3.3

**智能交互 intelligent interaction**

通过语音、手势、视线等方式，提升仿生机器人对汽车座舱系统的控制和调节体验的功能。

#### 3.4

**语音交互 speech interaction**

仿生机器人和功能单元之间通过语音进行的信息传递和交流活动。

[来源：GB/T 36464.2-2018，定义 3.1，有修改]

#### 3.5

**多模态交互 multi-modal interaction**

通过声音、肢体语言、信息载体（文字、图片、音频、视频）、环境等多个通道与计算机进行交流，充分模拟人与人之间的交互方式。

#### 3.6

**活体检测 liveness detection**

对解剖学特征、无意识或有意识的反应的度量和分析，以确定采集到的人脸样本是否来自采集端有生命特征的人。

注：活体检测是呈现攻击检测的子集。

[来源：GB/T 41772-2022，定义 3.18]

## 3.7

## 生物特征识别信息 biometric information

对自然人的物理、生物或行为特征进行技术处理得到的、能够单独或者与其他信息结合识别该自然人身份的个人信息。

注 1：生物特征识别信息包括个人面部特征、虹膜、指纹、基因、声纹、步态、掌纹、耳廓、眼纹等。

注 2：生物特征识别信息包含生物特征识别原始信息以及生物特征识别对比信息。

[来源：GB/T 40660-2021，定义 3.3]

## 4 一般要求

## 4.1 尺寸

仿生机器人的尺寸应满足GB/T 10000-2023中18岁~60岁成年人组身高、坐姿眼高、头部形态面长尺寸要求。具体尺寸应符合表1的要求。

表1 仿生机器人坐姿尺寸

项目	尺寸 (mm)
坐高	818-949
坐姿眼高	706-837
坐姿颈椎点高	588-689
坐姿肩高	532-627
坐姿肘高	243-271
头全高	208-230
上肢长	639-771
上臂长	269-331
全臂长	470-583
手长	163-191
上肢前伸长	725-875
上肢功能前伸长	624-767
前臂加手功能长	290-363
坐姿大转子点高	74-75
坐姿臂、大转子点距离	106-114
坐姿下肢长	881-1076
臂膝距	505-587
坐深	415-484
坐姿膝高	453-552
小腿加足高	373-465

表 1（续）

项目	尺寸（mm）
内踝点高	83-103
足长	218-259
坐姿大腿厚	129-139
胸厚	197-219
胸宽	256-291
肩宽	334-389
最大肩宽	384-446
坐姿臂宽	332-336
两肘间宽	400-438
两肘展开宽	770-923
两臂展开宽	1472-1785

4.2 关节角度调节范围

仿生机器人关节组成结构和关节调节范围应符合GB/T 15759-2023的要求，见表2。

表2 仿生机器人关节角度调节范围

身体关节	调节范围（°）					
	侧视图		俯视图		正视图	
腕关节	$\alpha_1$	140~200	$\beta_1$	140~200	$\gamma_1$	140~200
肘关节	$\alpha_2$	60~180	$\beta_2$	60~180	$\gamma_2$	60~180
头/颈关节	$\alpha_3$	130~225	$\beta_3$	55~125	$\gamma_3$	155~205
肩关节	$\alpha_4$	0~135	$\beta_4$	0~110	$\gamma_4$	0~120
腰关节	$\alpha_5$	168~195	$\beta_5$	50~130	$\gamma_5$	155~205
髋关节	$\alpha_6$	65~120	$\beta_6$	86~115	$\gamma_6$	75~120
膝关节	$\alpha_7$	75~180	$\beta_7$	90~104	$\gamma_7$	
踝关节	$\alpha_8$	70~125	$\beta_8$	90	$\gamma_8$	165~200

4.3 头型尺寸

仿生机器人的头型尺寸应符合 GB/T 2428-1998 的规定。

4.4 头面尺寸

仿生机器人的头面部尺寸应符合 GB/T 2428-1998 的规定。

4.5 头部转动范围

仿生机器人的头部转动应满足以下要求：

——左右转动范围-90° ~90° ；



——俯仰角 $-50^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

#### 4.6 手部尺寸

仿生机器人的手部应符合 GB/T 16252-2023 的规定。

#### 4.7 足部

仿生机器人的足部应符合 GB/T 42746-2023 的规定。

#### 4.8 头面部指数

仿生机器人的头面部指数应符合表 3 的要求。

表3 仿生机器人头面部指数

项目	范围
头长宽指数	78.64~85.97
头长高指数	64.61~72.12
头宽高指数	77.5~87.24
形态面指数	83.43~89.88
鼻指数	62.75~73.12
备注： 头长宽指数=（头宽/头长） $\times 100$ ； 头长高指数=（耳上头高/头长） $\times 100$ ； 头宽高指数=（耳上头高/头宽） $\times 100$ ； 形态面指数=（形态面高/面宽） $\times 100$ ； 鼻指数=（鼻宽/鼻高） $\times 100$ 。	

#### 4.9 坐姿抓握空间尺度

仿生机器人的坐姿抓握空间尺度的范围应为 58 cm~65 cm。

#### 4.10 手臂水平作业空间尺度

仿生机器人的手臂水平作业空间尺度应满足以下要求：

——左手最大作业区域半径 60 cm；

——右手最大作业区域半径 51 cm；

——左手通常作业区域半径 39 cm；

——右手通常作业区域半径 39 cm。

4.11 皮肤材质

仿生机器人的皮肤材质应符合GB/T 41797-2022附录A中A2.2.2的要求。

4.12 面部特征

仿生机器人的面部特征应符合 GB/T 41797-2022 附录 A 中 A2.2.1 的要求。

4.13 电源

仿生机器人的电源应符合 GB 5226.1-2008 中 4.3 的要求。

5 功能要求

5.1 模拟人类动作以及生理状态

5.1.1 仿生机器人应能够模拟人类的动作，见表 4。

表4 仿生机器人动作

序号	部位	动作
1	嘴部	张嘴，闭嘴
2	眼部	眼睑闭合，眼球转动
3	头部	左右转动，抬头低头
4	手	抓握、按压、静态手势、动态手势等功能
5	手指	单击、双击、连续点击、滑屏、长按、拖拽、多指触控
6	手臂	大臂：抬升、下降、旋转 小臂：抬升、下降、旋转 手腕：旋转
7	语音	发出声音，语音识别，接收外界声音
9	不同部位组合	各个部位之间联动组合，完成多模态交互，实现语音+手势；视觉+触觉： 视觉+听觉：视听触等多功能的模拟。

5.1.2 仿生机器人应能够模拟人类的生理状态，见表 5。

表5 仿生机器人生理状态

序号	部位	生理状态
1	心脏	心率、心电、呼吸
2	手臂	血压
3	手指	血氧

5.2 触觉交互

仿生机器人应具有触觉感知交互功能，能通过手指、手掌、手肘的动作，模拟驾驶员交互手势、按压按钮等行为。

5.3 语音交互

仿生机器人应具有语音交互的功能，能模拟人机交互、人人交互。

#### 5.4 热感知交互

仿生机器人应具有热感知的功能，能模拟人体的产热、散热，对环境热舒适性进行评价。

#### 5.5 视觉交互

仿生机器人应具有视觉功能，能对光环境做出反应，用于视觉损伤的评价，比如能够对视网膜无晶状紫外危害、视网膜蓝光危害和热危害进行评价。

#### 5.6 智能交互

仿生机器人应通过智能化的方式对汽车座舱系统进行调节和控制。

#### 5.7 多模态交互

仿生机器人应具有视听触多模态交互的能力，能够构建身体姿态、语音、手势在光、噪声、震动等多维背景下不同通道的交互优先级排序模型。

### 6 性能要求

6.1 仿生机器人应具有活体性能，能被识别为活体。

6.2 仿生机器人应具有生物特征识别信息。

6.3 仿生机器人的生理特征应满足以下要求：

——心率范围：30 BPM~300 BPM；步长不大于1 BPM；

——心电幅值：0.05 mV~0.5 mV；0.5 mV~5 mV；脉波：30 BPM、60 BPM，60 ms脉宽；宽度：8 ms~20 ms，步长不大于2 ms；20 ms~200 ms，步长不大于10 ms；

——呼吸速率范围：10 BrPM ~ 150 BrPM；步长不大于1 BrPM；

——收缩压模拟范围：60 mmHg~255 mmHg；舒张压模拟范围：30 mmHg~195 mmHg；

——血氧范围：30%~100%。

6.4 用于触觉感知交互时，仿生机器人应满足以下要求：

——仿生机器人单手握力范围：28 kg~55 kg；

——仿生机器人抓握行为中手部压力范围：237.5 N~398.4 N。

6.5 用于热感知交互时，仿生机器人应满足以下要求：

——温度范围：30 °C~42.0 °C；

——步长：0.5 °C；

——精度：±0.4 °C。

6.6 用于语音交互时，仿生机器人应满足以下要求：

- 由音频采集器、视频采集器以及震动采集器组成；
- 音频采集器自带降噪功能，监听范围： $<5\text{ m}^2$ ，延迟时间不大于  $50\text{ ms}$ ；
- 频率范围： $100\text{ Hz}\sim 20\text{ kHz}$ ；
- 视频采集器：帧率不小于  $60\text{ fps}$ ；延迟时间不大于  $50\text{ ms}$ 。
- 震动采集器：频率范围不低于  $0\text{ mm/s}\sim 50\text{ mm/s}$ 。

6.7 视觉交互仿生机器人模拟人眼运动时，坐标如图 1 所示，运动范围应满足以下要求：

- X 轴运动距离 $\geq 300\text{ mm}$ ，Y 轴运动距离 $\geq 125\text{ mm}$ ，Z 轴运动距离 $\geq 250\text{ mm}$ ；
- Z 轴最大仰角 $>55^\circ$ ；
- 云台左右转向角 $\geq \pm 90^\circ$
- 云台仰角 $\geq 10^\circ$ ，云台俯角 $\geq 45^\circ$ ，云台横滚角 $\geq \pm 5^\circ$ 。

定位精度：

- Y 轴定位精度 $\geq 0.5\text{ mm}$ ；
- Z 轴定位精度 $\geq 0.05\text{ mm}$ ；
- Z 轴仰角精度 $\geq 0.05^\circ$ 。

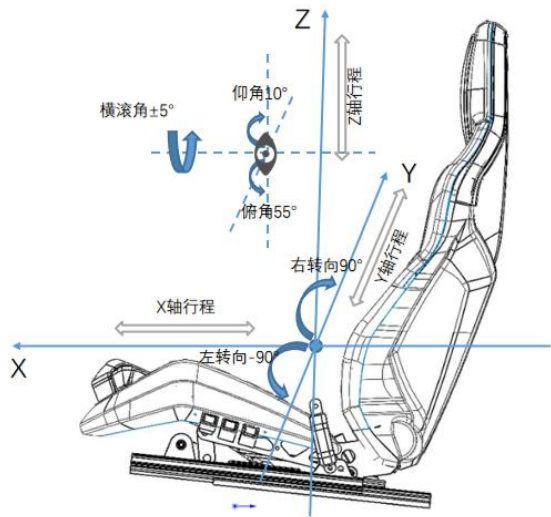


图 1 仿生机器人的坐标

6.8 仿生机器人用于光生物安全评价时，应满足以下要求：

- 亮度范围： $10^{-3}\text{ cd/m}^2\sim 10^6\text{ cd/m}^2$ ；

- 波长范围：200 nm~3000 nm；
- 波长精度：0.2 nm；
- 视场：1.0 mrad~110 mrad；
- 测试距离：200 mm~8 m。

#### 6.9 仿生机器人的视野范围应满足以下要求：

- 在垂直面内，标准视线为水平视线，最大固定视野为  $120^{\circ}$ ，标准视线上方  $50^{\circ}$ ，下方  $70^{\circ}$ ；
- 在水平面内最大固定双眼视野为  $180^{\circ}$ 。

#### 6.10 仿生机器人的精度应满足如下要求：

- 各关节运动精度： $\pm 0.1^{\circ}$ ；
- 手臂各关节运动精度： $\pm 0.01^{\circ}$ ；
- 手指定位精度：空间位置偏差小于 0.25 mm；
- 动作精度：空间位置偏差不小于 5 mm。

### 7 可靠性及其他要求

#### 7.1 电磁兼容

仿生机器人的电磁兼容性应符合 GB 34660 的要求。

#### 7.2 平均无故障时间 (Mean Time Between Failures, MTBF)

仿生机器人的 MTBF 应不小于 50 000 h。

#### 7.3 环境气候适应性

仿生机器人在表 6 给出的环境条件下使用、运输和贮存时，应能保持正常。其他项目由产品标准规定。

表 6 环境条件

环境条件	工作条件	储存运输条件
环境温度	$-20^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
相对湿度	$\leq 95\% (45^{\circ}\text{C})$	$\leq 93\% (45^{\circ}\text{C})$
大气压力	$86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$	

#### 7.4 机械环境适应性

仿生机器人带包装模拟运输试验后，结构及零件应无损伤，无弯曲变形，紧固件应无松动，并能正常运行。

## 8 试验方法

### 8.1 试验条件

- a) 温度:  $-20^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 相对湿度:  $\leq 95\% (45^{\circ}\text{C})$ ;
- c) 大气压力:  $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

### 8.2 外观和结构检查

目测检查机器人外观和结构,使用卷尺或其他工具检测外形尺寸,应符合产品标准的要求。

### 8.3 功能试验

#### 8.3.1 功能检查

按照技术要求,检查各功能是否正常。

#### 8.3.2 各动作检查

操作仿生机器人,使每个动作反复运行三次,检查各动作是否正确。

#### 8.3.3 指令动作检查

按照仿生机器人所规定的操作,检查各指令与动作的一致性。

### 8.4 性能试验

#### 8.4.1 活体性能试验

##### 8.4.1.1 配合式活体性能测试

仿生机器人人脸识别活体检测方法应包括人脸检测、人脸特征提取、人脸建模、人脸比对。具体方法如下:

人脸识别活体检测系统应通过图像采集技术对脸部定位检测、脸部特征点的精确度定位跟踪和脸部动作识别等(比如通过眨眼、张嘴、摇头、点头、甚至读出随机数字等配合式组合动作),对前端采集到的图像进行分析,并识别出人脸活体的智能化系统,系统主要由前端图像采集部分摄像头,人脸检测、人脸特征提取、人脸建模、人脸比对等组成。

##### 8.4.1.2 活体性能测试

仿生机器人的活体性能测试应按照 GA/T 1212-2014 中 4.5 规定的方法进行。具体步骤如下:

——仿生机器人面对摄像机,摄像机采集得到的仿生机器人正面脸部图像两眼中心距离不小于 60 像素;

——仿生机器人脸部水平转动  $\pm 90^{\circ}$ ,转动过程中俯仰角不大于  $\pm 30^{\circ}$ ,倾斜角不大于  $\pm 20^{\circ}$ ,仿生机器人脸部从  $-90^{\circ}$  到  $90^{\circ}$  转动一次耗时 2s 左右,重复“正面脸-左侧脸-正面脸-右侧脸-正面脸”动

作 3 次记为一次测试过程。若一次测试过程中人脸活体检测系统至少输出一次活体信号，则判定仿生机器人活体。

#### 8.4.2 触觉交互性能测试

##### 8.4.2.1 单手握力性能测试

——使用握力器，将握力器的指针向外侧，根据手掌大小调节，使食指的第二节接近直角后进行测量；

——身体停滞双脚自然分开，握力器尽量不要碰到身体或者衣服。测定时不要让握力器来回摆动，尽量保持不动的状态来进行测量。

##### 8.4.2.2 手部压力性能测试

——将手握力测试系统戴在仿生机器人的手部；

——仿生机器人的手部对物体进行按压；

——手握力测试系统获得手部按压的压力值。

#### 8.4.3 热感知交互性能测试

温度范围和精度应按照 JJF 1309-2011 中 6.2 规定的方法进行。

#### 8.4.4 语音交互性能测试

语音交互性能应符合 GB 4943.1-2022 的要求。

#### 8.4.5 视觉交互性能测试

——仿生机器人模拟人眼运动时，运动范围应按照 GB/T 12642-2013 中 6.4 的规定进行，定位精度应按照 GB/T12642-2013 中 7.2 的规定进行。

——仿生机器人用于光生物评价时，应按照 JJG 1035-2008 对波长范围和精度进行校准。

#### 8.4.6 关节和头部性能测试

关节调节范围和头部转动范围应按照 GB/T 12642-2013 中 6.4 的规定进行。

#### 8.4.7 视野性能测试

——在仿生机器人的人眼内部，布置激光 Light Emitting Diode (LED)，LED 尺寸在 mm 以内，可以随着眼球转动；

——在试验室内布置 LED 的接收器矩阵，当仿生机器人头部和瞳孔转动到一定位置时候，触发接收器，即可知道两个瞳孔的视线点；

——在软件端计算出角度。

#### 8.4.8 运动性能测试

运动精度应按照 GB/T 12642-2013 中 7.2 的规定进行；定位精度应按照 GB/T 38871-2020 中 7.6.8 的规定进行。

#### 8.5 MTBF 测试

仿生机器人的 MTBF 测试应按 GB/T 42982-2023 中的规定进行。



## 参 考 文 献

- [1] 姚泰, 赵志奇, 朱大年, 等. 人体生理学. 4 版. 北京:人民卫生出版社, 2015
  - [2] 丁玉兰. 人机工程学. 第 4 版. 北京: 北京理工大学出版社, 2011
  - [3] WS/T 659—2019, 多参数监护仪安全管理
- 

中国智能交通产业联盟



T/ITS 0237-2024

中国智能交通产业联盟

标准

面向汽车智能座舱测试的仿生机器人技术规范

T/ITS 0237-2024

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2024 年 10 月第一版 2024 年 10 月第一次印刷