



# 北京邮电大学

Beijing University of Posts and Telecommunications

## 信息与知识获取 主题文献调研

[智能手机传感器的国内外发展情况]

学院：计算机学院  
2020211376 马天成  
2020211439 李彬傲  
2020211487 孙嘉琦  
2023 年 4 月 16 日

# 目录

- 一、智能手机传感器国内外发展状况概述.....3
  - （一）国外发展状况.....3
  - （二）国内发展状况.....3
- 二、智能手机传感器使用技术详解.....4
  - （一）加速度计.....4
  - （二）陀螺仪.....5
  - （三）磁力计.....5
  - （四）光线传感器.....6
- 三、智能传感器详细技术实例（nova7 为例） .....7

# 一、智能手机传感器国内外发展状况概述

智能手机传感器是指安装在智能手机内部的各种感应器件，如加速度计、陀螺仪、磁力计、光线传感器等。这些传感器可以感知用户的环境和行为，从而实现多种功能，如屏幕自动旋转、手势识别、步数计数等。根据前瞻网的报告，全球智能传感器市场规模呈上升态势，预计 2026 年将达到近 800 亿美元。国内厂商智能传感器总产值占比也从 2016 年的 13% 提升到 2020 年的 31%。国外主要的智能传感器制造厂商有霍尼韦尔、博世、飞思卡尔、模拟器件、英飞凌和意法半导体等。

## （一）国外发展状况

在国外，智能手机传感器的发展已经非常成熟，主要集中在欧美和日韩等发达国家。其中，苹果公司的 iPhone 系列在智能手机传感器技术方面一直处于领先地位，其传感器包括三轴加速度计、三轴陀螺仪、磁力计、气压计等多种传感器，能够实现非常丰富的功能，如健康监测、虚拟现实、增强现实等。此外，三星、LG、谷歌等公司也在智能手机传感器领域有所发展，推出了多款支持人工智能和机器学习的智能手机，其传感器性能和功能也有所提升。

苹果公司是全球知名的科技公司，其智能手机传感器一直是业界的翘楚。下面以苹果公司的智能手机传感器为例，反映智能手机传感器在国外的发展情况：

苹果公司的智能手机传感器应用非常广泛，常见的传感器包括但不限于以下几种：（1）TrueDepth 3D 相机模组：苹果公司在 iPhone X 及其以后的手机中引入了 TrueDepth 3D 相机模组，该模组包括前置红外摄像头、红外面部识别传感器、光学传感器等，可以实现 Face ID 人脸识别、Animoji 表情捕捉等功能；（2）加速度计和陀螺仪：苹果公司一直在优化 iPhone 的运动传感器，使其在运动感应、步数计算等方面更加精准，可以支持多种健身应用；（3）环境光传感器：苹果公司的环境光传感器可以实时感应周围的光照情况，通过调节屏幕亮度来保护用户的眼睛。

在未来，苹果公司将继续加强其智能手机传感器的应用和创新推陈出新，从而支持更多的应用场景和功能，为用户提供更好的体验。以下是几种近期最有可能的创新：（1）3D 感应技术：苹果公司有望引入更加先进的 3D 传感器技术，例如激光雷达、ToF 传感器等，能够在距离、深度等方面提供更加准确的感应数据，支持更多的应用场景；（2）健康监测：苹果公司一直在注重健康领域，未来其智能手机传感器有望实现更加精准的健康监测，例如通过加强心率传感器、血氧传感器等的应用，支持更多的健康管理功能。

## （二）国内发展状况

随着智能手机的普及，国内各大手机厂商对于传感器的应用也越来越重视。除了基本的重力传感器、陀螺仪、加速度传感器等外，越来越多的手机开始搭载光学传感器、心率传感器、指纹传感器、气压传感器等多种传感器。同时，国内

还有不少传感器厂商，例如中兴微电子、海思半导体、汇顶科技等，在手机传感器领域也取得了不小的成绩。

华为作为一家全球知名的手机厂商，其智能手机传感器在国内外市场都有着不俗的表现。下面以华为公司的智能手机传感器为例，反映智能手机传感器在国内的发展情况：

华为的智能手机传感器应用较为广泛，包括但不限于以下几种：（1）陀螺仪和加速度传感器：这两种传感器是智能手机最基本的传感器，能够检测设备的倾斜和加速度，支持多种应用场景，如游戏、导航等；（2）光学传感器：华为手机常常使用光学传感器实现自动调节屏幕亮度，根据环境光线的强弱调整屏幕亮度，更加节省电量；（3）指纹传感器：华为手机使用了多种指纹识别技术，包括后置指纹识别、屏幕下指纹识别等，可在保证安全性的同时提高用户的便捷性；（4）心率传感器：华为手机通过搭载心率传感器，可以实时监测用户的心率和运动状态，支持多种健康管理应用。

在未来，华为将继续加强智能手机传感器的应用和创新。其中，华为有望引入更加先进的传感器技术，如 3D 结构光传感器、ToF（飞行时间）传感器等，提升手机的功能和用户体验。此外，随着华为在 5G 领域的不断推进，其智能手机传感器也将更加智能化和精准化。例如，在智慧城市、智慧医疗等场景下，华为手机的传感器将为用户提供更加全面、准确的服务。

总的来说，无论是国内还是国外，智能手机传感器的应用都在不断地扩展和深化，未来也将继续发展。

## 二、智能手机传感器使用技术详解

随着智能手机的普及，手机传感器的应用也越来越广泛。传感器是一种能够将物理量转换为电信号的装置，它可以测量物体的位置、速度、方向、温度、湿度等多种参数。在智能手机中，常见的传感器包括加速度计、陀螺仪、磁力计、光线传感器等。这些传感器可以为用户提供更加智能化和便捷的服务，例如自动旋转屏幕、自动调节亮度等。下面将详细讲述几种常见传感器的工作原理以及其应用：

### （一）加速度计

#### 1. 作用

加速度计是一种测量物体加速度的装置，它可以检测设备在三个轴上的加速度变化，从而确定设备当前所处的方向和运动状态。在智能手机中，加速度计是一种常见的传感器，它可以为用户提供更加智能化和便捷的服务。

#### 2. 工作原理

加速度计通常采用微机电系统（MEMS）技术制造。它由一个微小的质量块和一组微小弹簧组成。当设备发生运动时，质量块会受到惯性力的作用而发生位移，弹簧则会产生相应的变形。通过检测弹簧变形程度，可以确定设备在三个轴上的加速度变化。

### 3. 应用

(1) 自动旋转屏幕：当用户将设备旋转时，通过检测设备在三个轴上的加速度变化，可以确定设备当前所处的方向，并自动旋转屏幕以适应用户操作。

(2) 步数计数：通过检测设备在垂直方向上的加速度变化，可以判断用户是否在行走或跑步，并计算出用户的步数。

(3) 晃动检测：通过检测设备在三个轴上的加速度变化，可以判断用户是否在晃动设备，并触发相应的操作，例如撤销上一步操作等。

(4) 运动跟踪：通过检测设备在三个轴上的加速度变化，可以实现运动跟踪功能，例如记录用户的运动轨迹、计算运动距离等。

(5) 姿势识别：通过检测设备在三个轴上的加速度变化，可以识别用户当前的姿势，例如判断用户是否在走路、跑步、骑车等。

(6) 游戏控制：通过检测设备在三个轴上的加速度变化，可以实现手机游戏中的倾斜控制、重力感应等功能。

(7) 智能手环：加速度计也是智能手环中常见的传感器之一。它可以检测用户的运动状态和睡眠状态，并记录相应的数据，例如步数、卡路里消耗、睡眠质量等。<sup>[1]</sup>

## (二) 陀螺仪

### 1. 作用

陀螺仪是一种用于测量设备旋转角速度的传感器，它可以检测设备在三个轴上的旋转角速度变化，从而确定设备当前所处的方向和运动状态。陀螺仪通常采用微机电系统（MEMS）技术制造，由一个微小的旋转体和一组微小弹簧组成。

### 2. 工作原理

陀螺仪的工作原理是基于角动量守恒定律。当设备发生旋转时，旋转体会受到惯性力的作用而发生位移，弹簧则会产生相应的变形。通过检测弹簧变形程度，可以确定设备在三个轴上的旋转角速度变化。

### 3. 应用

(1) 自动旋转屏幕：通过检测设备在三个轴上的旋转角速度变化，可以确定设备当前所处的方向，并自动旋转屏幕以适应用户操作。

(2) 游戏控制：通过检测设备在三个轴上的旋转角速度变化，可以实现手机游戏中的倾斜控制、重力感应等功能。

(3) 虚拟现实：陀螺仪也是虚拟现实设备中常见的传感器之一。

(4) 运动跟踪：通过检测设备在三个轴上的旋转角速度变化，可以记录用户的运动轨迹和运动状态，从而为用户提供更加精准的运动数据和分析结果。

(5) 姿态稳定：通过检测设备的旋转角速度变化，并通过控制设备的电机或者其他执行机构来实现设备的姿态稳定。<sup>[2]</sup>

## (三) 磁力计

### 1. 作用

磁力计是一种用于测量磁场强度和方向的传感器，它可以检测周围磁场的变化，并将其转换为电信号输出。磁力计通常采用霍尔效应、磁电阻效应等原理制

造，由于其精度高、响应速度快等特点，在许多领域中得到了广泛的应用。

## 2. 工作原理

磁力计是一种测量磁场强度的仪器，其工作原理基于磁感线的特性。当一个导体在磁场中运动时，由于磁感线的作用，会在导体内部产生感应电动势。这个电动势与导体运动的速度和磁场强度有关。因此，通过测量这个电动势的大小，就可以确定磁场的强度。具体来说，磁力计通常由一个或多个线圈和一个铁芯组成。当外加电流通过线圈时，会在铁芯中产生一个磁场。当铁芯受到外部磁场作用时，会改变铁芯中的磁通量，并在线圈中产生感应电动势。通过测量这个电动势的大小，就可以确定外部磁场的强度。不同类型的磁力计采用不同的工作原理和结构设计，但它们都利用了导体在磁场中运动时产生感应电动势这一基本原理来测量磁场强度。

## 3. 应用

（1）指南针：智能手机中的磁力计可以用来实现指南针功能，帮助用户确定方向。通过测量地球磁场的方向，可以确定手机所处的方向。

（2）自动旋转屏幕：智能手机中的磁力计可以检测设备的朝向，从而实现自动旋转屏幕功能。当用户将手机横过来时，屏幕会自动旋转到横屏模式。

（3）游戏控制：一些游戏需要使用倾斜或旋转等操作来控制游戏角色或视角。智能手机中的磁力计可以检测设备的倾斜和旋转，从而实现游戏控制功能。

（4）定位服务：智能手机中的磁力计可以与其他传感器（如加速度计和 GPS）结合使用，帮助用户进行室内定位和导航。

（5）智能手环和智能手表：磁力计可以用于智能手环和智能手表中，帮助用户进行运动监测和健康管理。通过检测设备的运动状态和方向，可以记录用户的步数、距离、卡路里消耗等数据。

（6）虚拟现实（VR）和增强现实（AR）：磁力计可以与其他传感器（如陀螺仪和加速度计）结合使用，帮助用户进行虚拟现实和增强现实体验。通过检测设备的朝向和位置，可以实现更加真实的虚拟体验。

（7）智能家居：磁力计可以用于智能家居中，帮助用户控制家电设备。例如，在开关灯时，可以通过检测设备的朝向来判断用户是要开灯还是关灯。<sup>[3]</sup>

# （四）光线传感器

## 1. 作用

光线传感器是一种用于测量光线强度和光照度的传感器，通常由光敏元件和信号处理电路组成。

## 2. 工作原理

光线传感器的工作原理是利用光敏元件（如光电二极管、光敏电阻等）对光线的敏感性，将光线转化为电信号。当光线照射到光敏元件上时，其内部会产生电荷，从而产生一个电压信号。信号处理电路会将这个电压信号转换为数字信号，并计算出相应的光照度值。通过测量不同环境下的光照度值，可以实现自动控制、环境监测和照明系统等应用。

## 3. 应用

（1）自动调节屏幕亮度：光线传感器可以测量周围环境的光照度，智能手机可以根据测量结果自动调节屏幕亮度，以达到更加舒适的使用体验。例如，在弱光环境下，智能手机会自动降低屏幕亮度，以减少对用户眼睛的刺激。

(2) 环境光线检测：光线传感器还可以检测周围环境的光照强度，从而实现一些智能化的功能。例如，在拍摄照片时，智能手机可以根据周围环境的光照强度自动调整相机参数，以获得更好的拍摄效果。

(3) 自动开启或关闭闪光灯：在拍摄照片或录制视频时，智能手机可以根据周围环境的光照强度自动开启或关闭闪光灯。例如，在弱光环境下拍摄照片时，智能手机会自动开启闪光灯以提高拍摄质量。

(4) 节省电量：通过自动调节屏幕亮度和关闭不必要的背光灯等功能，光线传感器可以帮助智能手机节省电量，延长电池寿命。

(5) 自动调节屏幕色温。

(6) 检测周围环境的温度和湿度。<sup>[4]</sup>

### 三、智能传感器详细技术实例（nova7 为例）

对于智能传感器技术实例的展示，我们以 nova7 为例，展示智能手机传感器典型型号。

HarmonyOS 传感器是应用访问底层硬件传感器的一种设备抽象概念。开发者根据传感器提供的 Sensor API，可以查询设备上的传感器，订阅传感器的数据，并根据传感器数据定制相应的算法，开发各类应用，比如指南针、运动健康、游戏等。

根据传感器的用途，可以将传感器分为六大类：运动类传感器、环境类传感器、方向类传感器、光线类传感器、健康类传感器、其他类传感器（如霍尔传感器），每一大类传感器包含不同类型的传感器，某种类型的传感器可能是单一的物理传感器，也可能是由多个物理传感器复合而成。

nova7 所用传感器有 19 个，分别为：acc\_s002\_002 (acc\_s002\_002)、mag\_s002\_001 (mag\_s002\_001)、orientation (huawei)、als\_s001\_001 (als\_s001\_001)、ps\_s003\_001 (ps\_s003\_001)、gyro\_s002\_002 (gyro\_s002\_002)、gravity (huawei)、linear Acceleration (huawei)、rotation Vector (huawei)、uncalibrated Magnetic Field (Asahi Kasei Microdevices)、game Rotation Vector (huawei)、uncalibrated Gyroscope (STMicroelectronics)、significant Motion (huawei)、step counter (huawei)、geomagnetic Rotation Vector (huawei)、phonecall sensor (huawei)、RPC sensor (huawei)、uncalibrated Accelerometer (huawei)、drop sensor (huawei)。

- acc\_s002\_002 (acc\_s002\_002)：加速度传感器，0.23 mA，可以测量三个物理轴（x、y 和 z）上，施加在设备上的加速度（包括重力加速度），单位：m/s<sup>2</sup>，主要用于检测运动状态。
- mag\_s002\_001 (mag\_s002\_001)：磁场传感器，6.8 mA，可以测量三个物理轴向（x、y、z）上，环境地磁场，单位：μT，主要用于创建指南针，在导航软件上进行方向指示等。
- orientation (huawei)：方向传感器，13.0 mA，可以测量设备围绕所有三个物理轴（x、y、z）旋转的角度值，单位：rad，主要用于提供屏幕旋转的 3 个角度值，可以感知用户设备当前的朝向，从而达到为用户指明方位的目的。
- als\_s001\_001 (als\_s001\_001)：环境光传感器，0.75 mA，可以测量设备周围光线强度，单位：lux，主要用于自动调节屏幕亮度，检测屏幕上方是否有遮挡，

可以在手机上应用场景是检测屏幕上方的环境光线强度信息，并根据光线强度调整手机屏幕背光亮度，实现背光自动调节，以达到最好的视觉体验以及省电的目的。

- **ps\_s003\_001 (ps\_s003\_001):** 接近传感器, 0.75 mA, 即距离传感器, 可以测量可见物体相对于设备显示屏的接近或远离状态, 主要用于判断通话中设备相对人的位置, 可以用来感知距离障碍物的距离, 从而判断手机是否处于接听电话或放置于口袋中, 如果处于以上状态则可以关闭屏幕以防止误触且省电, 还可以根据状态对手机发射功率进行调整从而降低对人体的辐射。
- **gyro\_s002\_002 (gyro\_s002\_002):** 陀螺仪传感器, 6.1 mA, 可以测量三个物理轴 (x、y 和 z) 上, 设备的旋转角速度, 单位 :rad/s, 主要用于测量旋转的角速度, 可以用于手机拍照时候的防抖算法设计, 也可以用来增强游戏操作时的体验 (赛车类游戏转向等)。
- **gravity (huawei):** 重力传感器, 0.2 mA, 可以测量三个物理轴 (x、y 和 z) 上, 施加在设备上的重力加速度, 单位 :m/s<sup>2</sup>, 主要用于测量重力大小, 可以检测手机的横竖状态, 通过这个状态可以自动调整视频播放画面的方向, 也可以用来提高用户在游戏场景中的体验。
- **linear Acceleration (huawei):** 线性加速度传感器, 0.2 mA, 可以测量三个物理轴 (x、y 和 z) 上, 施加在设备上的线性加速度 (不包括重力加速度), 单位 :m/s<sup>2</sup>, 主要用于检测每个单轴方向上的线性加速度。
- **rotation Vector (huawei):** 旋转矢量传感器, 6.1 mA, 可以测量设备旋转矢量, 是复合传感器: 由加速度传感器、磁场传感器、陀螺仪传感器合成, 主要用于检测设备相对于东北天坐标系的方向。
- **uncalibrated Magnetic Field (Asahi Kasei Microdevices):** 未校准磁场传感器, 6.8 mA, 可以测量三个物理轴向 (x、y、z) 上, 未校准环境地磁场, 单位 : $\mu$ T, 主要用于测量地磁偏差估值。
- **game Rotation Vector (huawei):** 游戏旋转矢量传感器, 6.1 mA, 可以测量设备游戏旋转矢量, 是复合传感器: 由加速度传感器、陀螺仪传感器合成, 主要应用于游戏场景。
- **uncalibrated Gyroscope (STMicroelectronics):** 未校准陀螺仪传感器, 6.1 mA, 可以测量三个物理轴(x、y 和 z)上, 设备的未校准旋转角速度, 单位 :rad/s, 主要用于测量旋转的角速度。
- **significant Motion (huawei):** 大幅度动作传感器, 0.23 mA, 可以测量三个物理轴 (x、y 和 z) 上, 设备是否存在大幅度运动, 主要用于检测设备是否存在大幅度运动
- **step counter (huawei):** 计步器传感器, 0.23 mA, 可以统计用户的行走步数, 主要用于提供用户行走的步数数据。
- **geomagnetic Rotation Vector (huawei):** 地磁旋转矢量传感器, 6.1 mA, 可以测量设备地磁旋转矢量, 复合传感器: 由加速度传感器、磁场传感器合成, 主要用于测量地磁旋转。
- **phonecall sensor (huawei):** 手势识别传感器, 0.23 mA, 可以追踪手指的运动, 主要用于不通过手机屏幕与手机进行互动。
- **uncalibrated Accelerometer (huawei):** 未校准加速度传感器, 0.23 mA, 可以测量三个物理轴 (x、y 和 z) 上, 施加在设备上的未校准的加速度 (包括重力加速度), 单位 :m/s<sup>2</sup>, 主要用于检测加速度偏差估值



- drop sensor (huawei): 跌落检测传感器, 0.25 mA, 可以检测设备的跌落状态, 主要用于检测设备是否发生了跌落。
- RPC sensor (huawei): 5.0 mA

HarmonyOS 传感器包含如下四个模块: Sensor API、Sensor Framework、Sensor Service 和 HD\_IDL 层。其中 Sensor API 模块提供传感器的基础 API, 主要包含查询传感器的列表、订阅/取消传感器的数据、执行控制命令等, 简化应用开发; Sensor Framework 模块主要实现传感器的订阅管理, 数据通道的创建、销毁、订阅与取消订阅, 实现与 SensorService 的通信; Sensor Service 模块主要实现 HD\_IDL 层数据接收、解析、分发, 前后台的策略管控, 对该设备 Sensor 的管理, Sensor 权限管控等; HD\_IDL 层对不同的 FIFO、频率进行策略选择, 以及对不同设备的适配。通过这些模块, HarmonyOS 传感器提供了一系列接口, 从而实现了查询传感器的列表、订阅/取消订阅传感器数据、查询传感器的最小采样时间间隔、执行控制命令等功能。

总之, 智能手机传感器是一种非常重要的技术, 在智能手机中有着广泛的应用。加速度计、陀螺仪、磁力计和光线传感器是智能手机中常见的传感器。它们可以为用户提供更加智能化和便捷的服务, 例如自动旋转屏幕、自动调节亮度等。随着技术的不断发展, 智能手机传感器将会有更加广泛的应用, 为用户带来更加便捷和智能的服务

---

[1] 刘燕锋,马官营,刘吉利等. 加速度计组件减振设计对测量误差影响分析方法[C]//中国惯性技术学会.惯性技术发展动态发展方向研讨会论文集——前沿技术与惯性技术的融合与应用.[出版者不详],2021:32-38.DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.050320.

[2] 陈国栋,乔相信.浅谈陀螺仪传感器及其应用[J].信息记录材料,2020,21(06):203-204.DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2020.06.122.

[3] 易伟松,刘熹微,何展航,朱杰,余泉雄,冯晨,夏媛惠.利用智能手机磁力计定量测量刚体转动惯量[J].大学物理实验,2021,34(06):36-39.DOI:10.14139/j.cnki.cn22-1228.2021.06.009.

[4] 一种基于智能手机的光线传感器[J].传感器世界,2019,25(05):53.