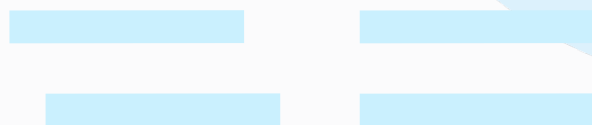


饮水量检测

CSE5010无线网络与移动计算 project proposal





高精度传感器

加速度/温度/重量传感器

计量方法

动态自适应计量算法



何止精准，更要好用

±2ml 的饮水量监测精度，来自全新的智能饮水监测技术。甚至无需放置于桌面，即可实时、精准地记录你的每一次饮水，然后通过屏幕为你呈现。我们重新发明的这项技术，只为尊重你本来的饮水习惯，并带来更出色的使用体验。

【 01 】 预设情景

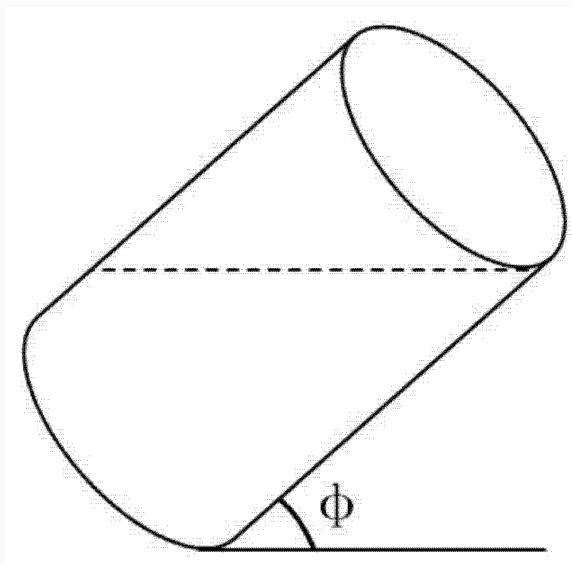
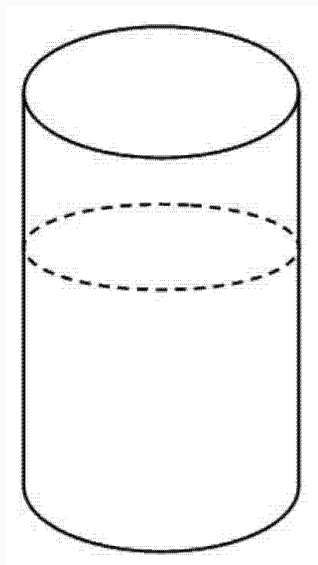
【 02 】 解决方法

【 03 】 预期结果

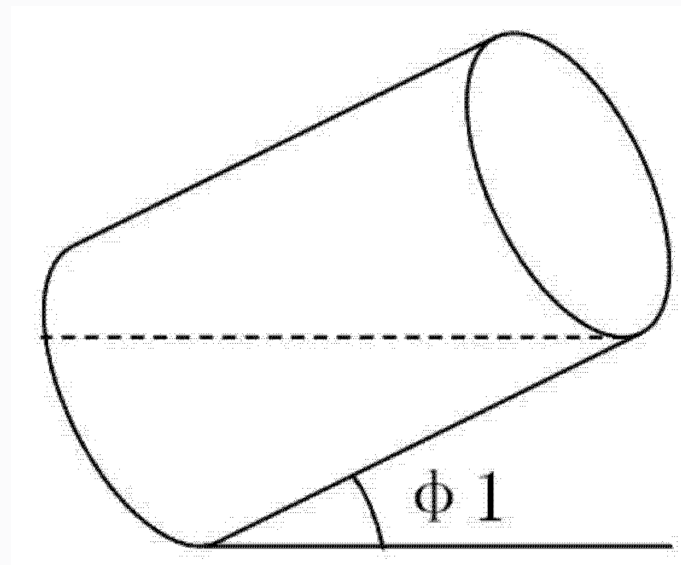


预设情景

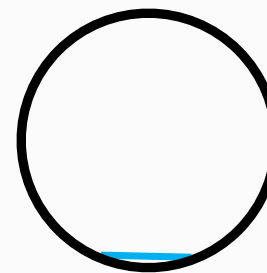
1. 形状、内径、高度已知且固定的杯子



临界倾斜角度



实际倾斜角度



解决方法

硬件：

三轴加速度计（贴于杯子底部？侧面？），压力传感器，圆柱状水杯

模型学习：

收集人喝水时的三轴加速度计数据，分析喝水动作的信号特点，学习识别喝水动作

饮水量计算：

1. 通过压力传感器和杯子特性计算原始水量 L 和临界倾斜角度 ϕ
2. 通过水杯倾斜角度 ϕ_1 变化率判断水杯处于倒水状态还是喝水状态
3. ϕ_1 变化到最小时，根据水杯特性和倾斜角度计算杯中剩余水量 L_1 ，饮水量 $= L - L_1$

动作识别

设定水杯倾斜角度 ϕ 变化率阈值 K_1

- 饮水

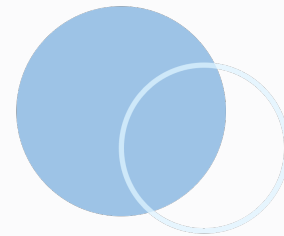
$\phi_1 \geq \phi$, 变化率 $\leq K_1$, 倒出水量计入饮水量

- 倒水

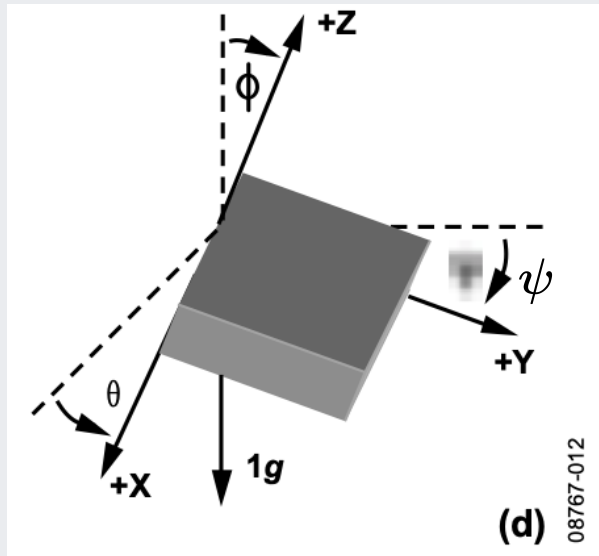
$\phi_1 \geq \phi$, 变化率 $> K_1$, 倒出水量不计入饮水量

- 加水 (对饮水量计算无影响)

压力传感器计算的新一轮初始水量 $L >$ 上一轮由倾角计算的剩余水量



三轴加速计数据计算倾斜角算法



$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_{X,OUT}}{\sqrt{A_{Y,OUT}^2 + A_{Z,OUT}^2}} \right)$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{A_{Y,OUT}}{\sqrt{A_{X,OUT}^2 + A_{Z,OUT}^2}} \right)$$

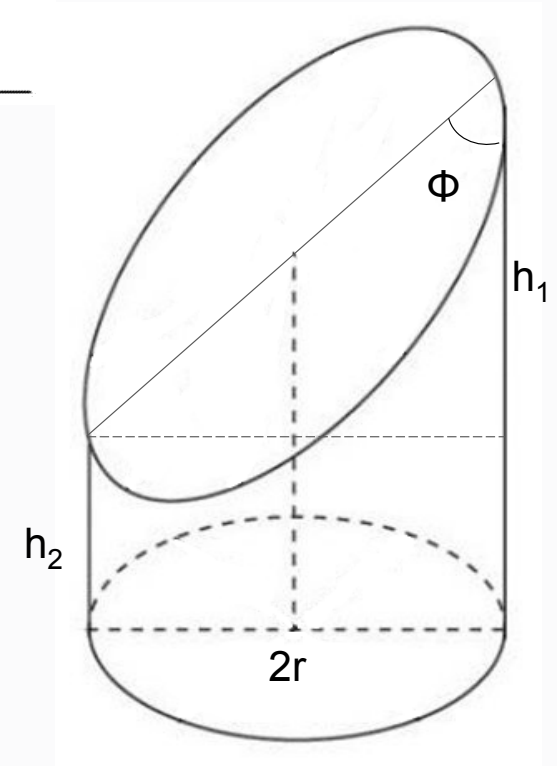
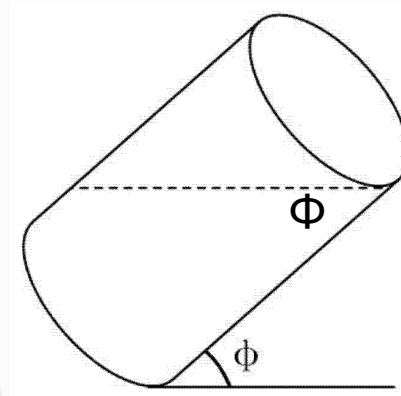
$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{A_{X,OUT}^2 + A_{Y,OUT}^2}}{A_{Z,OUT}} \right)$$

液体体积公式 倾角较大时

$$\tan \phi = \frac{2r}{h_1} \Rightarrow h_1 = \frac{2r}{\tan \phi}$$

$$h_2 = l - h_1 = l - \frac{2r}{\tan \phi}$$

$$V = \frac{\pi r^2 (l + h_2)}{2} = \pi r^2 \left(l - \frac{r}{\tan \phi} \right)$$



液体体积公式 倾角较小时

分割成无数矩形薄片，计算积分

矩形的底宽 w :

$$w = 2\sqrt{r^2 - (r - x)^2} = 2\sqrt{2rx - x^2}$$

矩形的高 h :

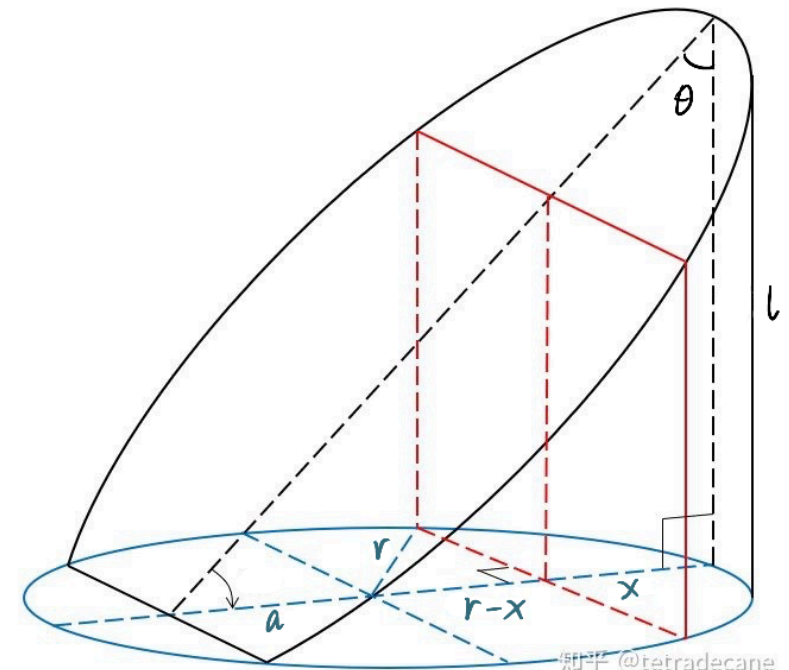
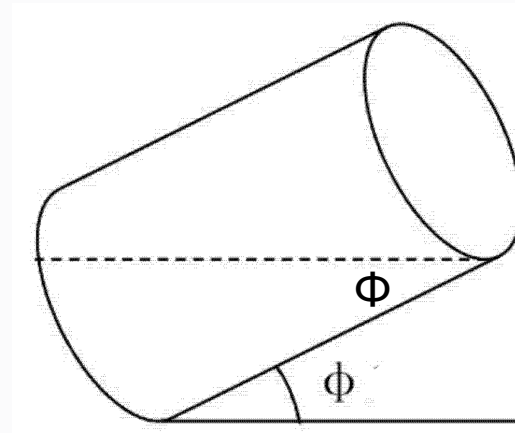
$$\tan \phi = \frac{r + a}{l} \Rightarrow a = \frac{\tan \phi - l}{r}$$

$$\tan \phi = \frac{r - x + a}{h} \Rightarrow h = \frac{r - x + a}{\tan \phi}$$

薄片厚度 dx , $x \in (0, r+a)$

$$V = \int_0^{r+a} whx$$

$$V = \int_0^{r+a} \frac{\tan \phi - l}{r} \frac{2\sqrt{2rx - x^2}(r^2 - rx + \tan \phi - l)}{rh \tan \phi} dx$$

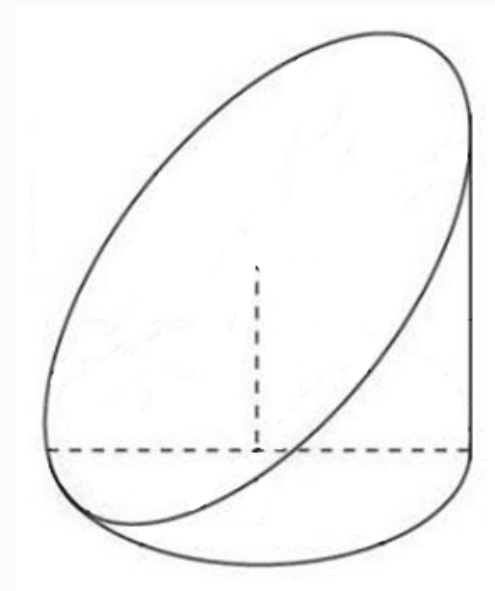


液体体积公式

临界: $\tan \phi_c = \frac{2r}{l}$

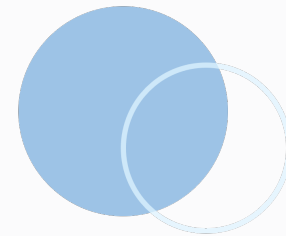
$$\phi_c = \arctan \frac{2r}{l}$$

$$V = \begin{cases} \frac{\pi r^2(l + h_2)}{2} = \pi r^2(l - \frac{r}{\tan \phi}), & \phi \in (\phi_c, \frac{\pi}{2}) \\ \int_0^r \left(1 + \frac{\tan \phi - l}{r}\right) \frac{2\sqrt{2rx - x^2}(r^2 - rx + \tan \phi - l)}{rh \tan \phi} dx, & \phi \in (0, \phi_c) \end{cases}$$



评估

- ground truth:
用电子秤称取喝水前后水与水杯的总重量
- 对照组:
用重力传感器计算喝水前后水与水杯的重力差作为饮水量
- 实验组:
用本项目所述方法计算所得饮水量
- 对照组与ground truth的差值作为对照组误差
实验组与ground truth的差值作为实验组误差
对比对照组与实验组的误差



预期结果

- ◆ 固定形状的杯子，固定的饮水者
- ◆ 实验组误差应与对照组误差类似或更小

Work Flow

- ◆ 杯子和传感器的组装
- ◆ 在杯子端计算饮水量并将数据发送到 APP 端
- ◆ APP 端记录每次饮水的时间和饮水量，提供编辑、展示功能 (list、折线图)
- ◆ 试验测试



Q & A

Thank you