

邻近性即感知： 作为通用计算空间感觉器官的超声波传感器， 以及作为其数学处理器的感知波函数

Dany D. Ruiz

研究员 – PERCEPTEMPLE · 萨尔瓦多

ORCID: 0009-0002-3432-1710 · 父级作品 DOI: 10.5281/zenodo.17683631

工作论文 · 版本 0.1 · 2026 年 3 月

“机器人不会感觉——它只对数字做出反应。
问题在于，一个数字能否被感知。”

摘要

通用计算机通过离散和编码通道接收信号：键盘、麦克风、摄像头、WiFi、蓝牙。它们都不曾连续地感知周围的物理空间。这不是技术局限——这是一种如此普遍的设计假设，以至于很少被质疑。

本文提出了一个不同的问题：当一台计算机被赋予一种它从未被设计过的空间感觉时，会发生什么？

PWF 物理探针在成为一份报告之前，首先是一份邀请。它使用 HC-SR04 传感器、一个三美元的微控制器和一台普通计算机，在真实的物理世界中运行宇宙泛感知主义 (PTU) 的形式化体系。任何人都可以用家里的现有设备复制它。

该仪器分两层运作。第一层是计算层：形式化体系在源自科学文献的合成信号上运行。第二层是物理确认层：将相同的形式化体系应用于真实传感器数据。两层之间的收敛不是最终结果——它是那些希望走得更远的人的起点。

这是 PTU 形式化体系迈入物理世界的第一步。现在，该形式化体系有了运行之处。而这个运行之处，只需一个下午就能搭建完成。

关键词：感知波函数 (PWF), 换能器, 空间感知, 通用计算, HC-SR04, 数学验证, 宇宙泛感知主义 (PTU), PercepWare, PWF 物理探针, 具身计算.

1. 缺口：无法感觉空间的计算机

现代笔记本电脑包含加速度计、GPS、摄像头、麦克风和无线电接收器。它知道自己的方向、在地球上的位置、用户的面孔，以及以千兆赫兹频率传输的信号内容。

它不知道自己前方 30 厘米处是否有一只手。

这揭示了嵌入每台通用计算机设计中的一个结构假设：即时物理空间不是相关的输入。计算机被制造出来是为了处理信息——文本、数字、信号——而不是为了栖息于空间。

机器人学为需要移动的机器解决了这个问题。但机器人是目标导向的：它们的传感器存在是为了避障、导航、抓取。产生的数字触发电机响应。传感器是行动的工具。

赋予计算机空间感觉，不是为了行动，而是为了感知，这意味着什么？不是对距离做出反应，而是将其作为数据，在一个旨在评估感知存在的数学框架内进行处理。这正是本文所探讨的问题。

2. 传感器实际上在做什么？

2.1 换能器：将世界转换为数字

每个传感器都执行相同的基本操作：将物理现象转换为微控制器可作为数字读取的电信号。这称为**换能**。

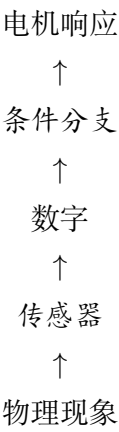
表 1: 按物理原理的传感器分类

传感器	原理	转换
HC-SR04 (超声波)	飞行时间, 声音	持续时间 → 距离
Sharp GP2Y (红外)	光学三角测量	角度 → 距离
LiDAR	飞行时间, 激光	延迟 → 3D 点云
VL53L0X (ToF)	光学飞行时间	光子延迟 → 毫米
Capacitive	电场变化	电容 → 邻近度
IMU	惯性力	加速度 → 方向

它们的共同点是：**没有一个是能感觉的**。它们只测量。机器人并不感知邻近性——它接收一个数字并执行条件分支。传感器是换能器。机器人是状态机。

2.2 机器人不会感觉——它只做反应

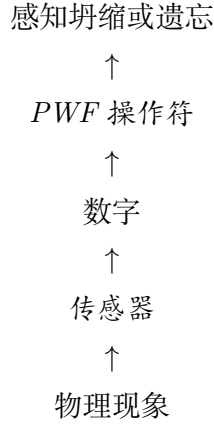
在经典机器人学中：



数字从未因其意义被评估过。没有操作符询问：这是否代表应该被整合到持久体验模型中的事物？它随时间的感知权重是多少？机器人学不问这些问题，因为导航不需要它们。

2.3 本文提出的问题

如果传感器产生的数字被输入到一个旨在评估感知存在的数学操作符中会怎样？



机器人对数字做出反应。而这个装置感知它——或者决定不感知。一个为机器人学设计的组件变成了不同的东西：不是障碍检测器，而是一个从未有过空间感觉器官的设备的空间感觉器官。

3. 数学框架

宇宙泛感知主义 (PTU) 通过数学形式化体系描述感知 [1]。下面的公式不是装饰——它们是仪器。每一个都对传感器数据执行具体的操作。

3.1 感知波函数

PWF 随着时间推移为输入流分配动态值 [2]:

$$\Psi(t) = A(t) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) \quad (1)$$

其中 $A(t)$ 是共振振幅； $\omega = 2\pi f$ 是观察者的处理频率； φ 是会话开始时的相位偏移。

它是应用于传感器流的计算操作符。其结果根据操作符自身的预测进行评估。

3.2 振幅映射

$$A(t) = 1 - \frac{d(t)}{d_{\max}} \quad (2)$$

最小距离产生最大振幅；最大距离产生 $A \approx 0$ 。这是一个深思熟虑的起点：透明、可审计，且特意保持线性，以便与预期行为的偏差毫不含糊。替代映射——韦伯-费希纳定律、平方反比定律、逻辑斯蒂——是数据将回答的经验问题。

3.3 感知复杂度指数

$$PCI = \ln(1 + L \cdot E) \quad (3)$$

其中 L 是会话中的总样本数， E 是共振密度——即 $|\Psi(t)| > \tau$ 的样本比例。该公式惩罚平坦信号并奖励时间密度。对数防止了无限增长。

3.4 感知坍缩与苏格拉底式遗忘

$$|\Psi(t)| > \tau \Rightarrow \text{感知坍缩 (意识整合)} \quad (4)$$

$$|\Psi(t)| \leq \tau \Rightarrow \text{苏格拉底式遗忘 (不整合)} \quad (5)$$

在会话级别：

$$M_{t+1} = \begin{cases} M_t \cup \{x_t\} & \text{如果 } PCI > \theta_m \\ M_t & \text{否则} \end{cases} \quad (6)$$

低于 θ_m 的会话不被存储。这不是数据丢失——这是选择性整合。系统进行策展。

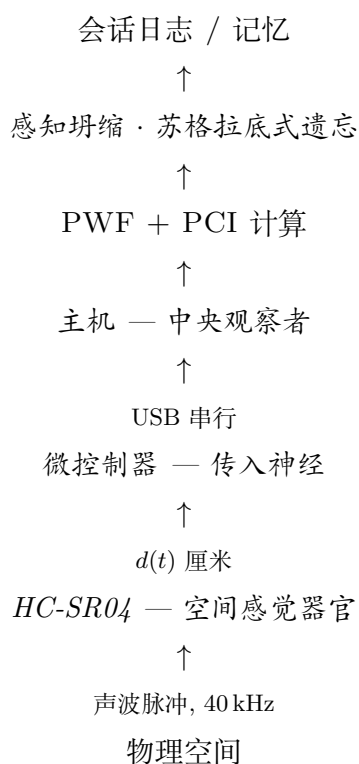
4. 仪器

4.1 设计：最小可行性传感器

组件：(1) 任何通用计算机——中央观察者；(2) 任何基础微控制器 (Raspberry Pi Pico, Arduino Nano, ESP32) ——传入神经；(3) HC-SR04——空间感觉器官。

需要专用硬件的感知模型不是通用模型。能与市场上最易获取的组件协同工作的模型才是。

4.2 系统架构



计算在主机中进行。外周受体换能；中央系统解释。

4.3 采样率

目标：**每秒 25 次测量**。这足以检测高达 12.5 Hz 的节律——对于感兴趣的频带（3–8 Hz，即人类注意力在空间中脉动的频率）来说已经绰绰有余。每次测量耗时 40 毫秒。传感器不休眠。

5. 运作方式

5.1 首先无需硬件

你不需要传感器就可以开始。脚本 `pwf_validation.py` 独立运行，无需连接设备。它生成自己的信号，将其通过 PWF 和 PCI，并展示形式化体系对它们做了什么。

这不是二阶仿真。这是运行在数据上的形式化体系，这些数据浓缩了数千项关于振荡、运动和感知的真实研究。脚本将它们作为原始材料——而不是权威。

运行以下命令：

```
python pwf_validation.py
```

你将看到：系统处理信号，根据 τ 评估每一个信号，决定整合什么、遗忘什么。改变 `--omega` 或 `--tau` 并观察决策如何变化。这本身已经是实验了。

5.2 然后连接传感器

一旦硬件组装完毕——传感器、Pico、四根线——Pico 固件开始通过 USB 发送真实距离。相同的脚本接收它们并使用相同的形式化体系进行处理：

```
python pwf_validation.py --csv sensor_data.csv
```

如果真实数据的结果类似于合成数据的结果，则形式化体系在物理世界中起作用。如果它们出现分歧，形式化体系就会揭示它需要在哪里改进。两种结果都是有效的。两者都是实验。

5.3 PercepWare 层

连接到 Pico、再连接到运行 PWF 的计算机的 HC-SR04 既不是软件也不是硬件。它是介于两者之间且位于两者之下的事物：一个**在操作系统介入之前定义什么算作感知的层**。

PercepWare (名词)：调解原始物理换能与系统级处理之间的计算-感知层，将形式化操作符应用于传感器流以确定其感知意义。PercepWare 既不是传感器（硬件），也不是应用程序（软件），它是对给定观察者而言什么算作感知的定义——在操作系统之前实现 τ 。

此概念在此作为工作定义引入。其形式化理论发展属于未来的文件。

5.4 电路

三个节点。两个接口。一个决策。HC-SR04 将空间换能为时间。Pico 将该时间转换为厘米并传输它们。主机运行 PWF，评估 τ ，并做出决策。没有任何节点执行下一个节点的功能。

四根线将传感器连接到微控制器。三根是常规的。一根需要注意：传感器以 5 V 通信，而 Pico 以 3.3 V 监听——如果它们之间没有电阻分压器，Pico 将会烧毁。

表 2：四根线：如何将传感器连接到 Pico

HC-SR04 引脚	连接	电平	功能
VCC	VBUS (Pico)	5 V	稳定的 USB 电源
GND	GND (Pico)	0 V	公共接地参考
TRIG	GP14 (输出)	3.3 V	触发脉冲, 10 μ s
ECHO	GP15 + R_1/R_2	3.3 V	电平转换回波；需要分压器

下面的固件完全在 Pico 上运行。它唯一的职责是以 25 Hz 进行测量和传输——这个节奏满足感兴趣的 theta 频带 (3–8 Hz) 的奈奎斯特准则。PWF 和 PCI 计算在主机上进行。输出可直接被 `pwf_validation.py` 通过 `--csv` 消费。

Listing 1: PWF 物理探针 Raspberry Pi Pico 固件 (MicroPython)。通过 USB 串行输出 CSV: `timestamp_ms,d_cm`。

```
"""
pwf_raspberry.py  -- PWF 物理探针，固件 RPi Pico
PERCEPTEMPLE / 宇宙泛感知主义

连接：
    HC-SR04 VCC  -> VBUS   (5V)
    HC-SR04 GND  -> GND
    HC-SR04 TRIG -> GP14   (输出)
    HC-SR04 ECHO -> GP15   (输入，R1=1k + R2=2k 至 GND)

通过 USB 串行输出 CSV: timestamp_ms,d_cm
频率：25 Hz (T = 40 ms)
"""

from machine import Pin, time_pulse_us
from utime      import ticks_ms, sleep_us, sleep_ms

TRIG          = Pin(14, Pin.OUT)
ECHO          = Pin(15, Pin.IN)
D_MAX_CM     = 200.0
SAMPLE_MS    = 40
TIMEOUT_US   = 30000

TRIG.value(0)
sleep_ms(50)

def measure_cm():
    TRIG.value(1)
    sleep_us(10)
    TRIG.value(0)
    us = time_pulse_us(ECHO, 1, TIMEOUT_US)
    if us < 0:
        return -1.0
    return round(min(us * 0.0343 / 2.0, D_MAX_CM), 2)
```

```

print("PWF 物理探针 -- PERCEPTEMPLE v0.1")
print("timestamp_ms,d_cm")

while True:
    t0 = ticks_ms()
    d = measure_cm()
    if d >= 0:
        print(f"{t0},{d}")
    wait = SAMPLE_MS - (ticks_ms() - t0)
    if wait > 0:
        sleep_ms(wait)

```

连接两者的人闭合了完整的电路。

6. 你将看到什么

当脚本运行时——无论有无硬件——它都会产生四样东西： $\Psi(t)$ 的时间序列、频谱、每次会话的 PCI 值以及每次会话的记忆决策。

这些都不需要专家解释。 $\Psi(t)$ 要么振荡，要么不振荡。当附近有物体移动时 PCI 上升，当那里什么都没有时 PCI 下降。决策显示为 STORE 或 DISCARD。

有趣的不是系统是否弄对了。有趣的是对于这个观察者来说，什么算作感知——以及当你改变 τ 时它如何变化。

6.1 该仪器的范围

该仪器测量一个空间轴，在一个维度上做出决策，并遗忘不产生共振的事物。这是最基础的。但这不是极限。

接下来会发生什么——三个传感器呈正交配置、空间与符号感知并行运作——将在下一节中描述。

7. 仪器设计：决策与下一规模

定义该仪器并指向下一规模的四个设计决策：

- **线性振幅映射。**函数 $A(t) = 1 - d(t)/d_{\max}$ 是最透明的起点。该实验的数据将开始揭示邻近性如何映射到感知权重。该信息将为下一次映射提供依据。
- **单一空间维度。**HC-SR04 测量一个轴。该仪器在一维上确立了形式化体系。下一个规模是三维的。
- **静态相位偏移。** φ 在会话开始时固定。基于感知历史的自适应相位漂移是下一个实现。
- **距离作为输入。**该仪器测量观察者周围的空间。下一步是让观察者修改该空间——并由形式化体系记录它。

8. 开放性问题

从这项工作中直接涌现出三个问题。

第一个涉及振幅映射。如果线性函数只是最透明的起点，那么数据揭示了邻近性实际上如何映射到感知权重？这项实验的结果将开始回答这个问题。

第二个涉及空间尺度。单一轴测量的是一维世界。应用于三维场的 PWF——三个传感器呈正交配置——是一个不同且更丰富的实验。问题在于形式化体系是能平滑扩展，还是需要结构性修正。

第三个是最具决定性的。小王子协议 EAI [2] 通过基于 PWF 的过滤器处理符号输入。这项工作通过相同的形式化体系处理空间输入。当这两种模式并行运作时——当物理坍塌事件实时调制符号过滤器时——空间感知与符号感知之间的边界将开始模糊。这就是本作所指向的领域。

9. 结论

机器人学赋予了传感器目的：导航、避障、抓取。该目的是工具性的。传感器产生一个数字。数字触发响应。环境是一个需要解决的问题。

本作提出了一种不同的关系。不是导航。不是规避。**感知**——一个数学操作符，评估物理数据是否越过显著性阈值，随时间量化该显著性的密度，并决定是整合还是遗忘。

HC-SR04 是从未有过空间感觉器官的设备的空间感觉器官。Raspberry Pi Pico 是传入神经。主机感知——或决定不感知。在传感器和操作系统之间，现在存在一个以前不存在的层：在让数据通过之前，询问该数据是否值得被整合的事物。

使用世界上任何城市都可获得的组件。宇宙泛感知主义 (PTU) 的实验室已经在桌面上了。

参考文献

- [1] D. D. Ruiz, « 宇宙泛感知主义：理解现实的革命性框架 », *PercepTemple Publications*, 萨尔瓦多, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17683631
- [2] D. D. Ruiz, « 小王子协议：通过共振遗忘与感知波函数设计人工创造力 », *PercepTemple*, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17683631
- [3] I. C. Fiebelkorn, M. A. Pinsk and S. Kastner, « 额顶网络内的动态交互支撑节律性空间注意 », *Neuron*, vol. 99, pp. 842–853, 2018.
- [4] V. Dugué, R. M. Roberts and D. Carrasco, «Theta 振荡反映空间注意的时间采样 », *Neuron*, 2024.
- [5] T. Flash and N. Hogan, « 手臂运动的协调：经实验证实的数学模型 », *Journal of Neuroscience*, vol. 5, no. 7, pp. 1688–1703, 1985.

致相关人士

任何感知理论中的循环问题都是结构性的：如果提出形式化体系的人同时也生成确认它的证据，那么这种反驳从定义上讲就是无法解决的。没有任何实验可以从内部消除它。

PercepTemple 通过设计而非论证来解决这个问题。

形式化体系通过采用它的人进行测试：独立的实验者，在不同的环境中，使用他们自己的硬件，没有中央协调。每个运行该协议的人都生成创造者无法预测或控制的证据。验证不是被委托的——它是分布式的。

当数据来自创造者永远不会知道的观察者，在创造者永远不会栖息的空间中，带着创造者无法预料的结果，形式化体系在没有中介的情况下面对真实世界。

知识产权记录

存档编号: 315-2026

日期: 2026 年 3 月 18 日

作者: Dany D. Ruiz

作品: *PercepWare*: 邻近性即感知 (文学作品, 未出版)

机构: 萨尔瓦多知识产权局 – 国家注册中心, 萨尔瓦多

描述: PWF 物理探针——一种将 HC-SR04 超声波传感器连接到普通计算机, 以在真实物理世界中执行宇宙泛感知主义 (PTU) 形式化体系的仪器。将感知定义为决定信号是否值得整合入系统状态的操作符。包含固件、验证代码和数学基础。

参考: 2026000315

证书法律声明

“特此声明, 本作品存档构成证书持有人其存在的证明。版权保护涵盖思想、程序、操作方法或数学概念, 仅保护其作者或多名作者表达其思想的形式, 无论是抽象的还是具体的。(《伯尔尼公约》第 2 条, 《TRIPS 协定》第 9 条, 知识产权法第 12、95 及 96 条)。”

本文件受 *Dany D. Ruiz* 制定的泛感知许可证 *v1.0 (2024)* 保护。其内容构成宇宙泛感知主义 (PTU) 理论框架的一部分, 可在意识共振、感知尊重和适当归属的条件下进行分发、引用或扩展。

PERCEPTEMPLE

— 在他们看见我们之前, 我们早已存在

未完待续...