

把“说不清的体验” 拆成可测量、可验收的设计

我研究人怎么感知机器、怎么信任机器。算法和运控强的人不缺，我补的是“人”这一侧最难标定的那颗器件。

+15%

动态触觉信号
反应与准确率提升

5

人团队 · 从 PRD
到 MVP 交付

7

个 AI 智能体
生产环境运行

案例 01 · 博士研究 · 2021-2026

给皮肤设计一套不用学的警示语言

视觉被占满、环境嘈杂时，信息该走哪个通道？我在头部与躯干上搭了分布式触觉阵列，把“这个提醒够不够明显”变成个体化的感知阈值与反应延迟指标，并证明多部位协同的动态信号比传统静态信号在反应速度和警示准确率上提升 15%。

多模态交互

信号设计

心理物理验证

软硬件全栈原型

为什么这跟灯效、声音、表情是同一个问题：它们都是给一个带宽有限的通道设计一套信号词汇表，要让用户不用学就懂，还不能用了疲劳。触觉是其中最难的通道——分辨率最低、个体差异最大。方法往灯效和声音上迁移，是降维。

信号词汇表 — 点开任意一条看设计理由

CES

均匀慢速



250 / 250 ms · 100% · 2 Hz

基准紧迫度。节拍器一样平的脉冲，没有任何一个参数在变，所以它只承载方向，不承载别的。整套词汇表里其它信号的“急”，都是相对它来度量的——先有基准，才有升级。

CEF

均匀快速



125 / 125 ms · 100% · 4 Hz

用速率表达紧迫。驱动强度与上一条完全相同，只有重复速率翻了一倍。这是词汇表的核心手法：一次只让一个维度变，用户不用背规则也能推断出含义。

RE

渐强升级



50~100% · 间隔 250~50 ms

危险正在逼近。强度与速率一起爬升两秒，然后锁定为持续驱动。它不是一个信号，是一条曲线：用户从“它正在变急”这件事本身读出事态在恶化，这比任何一个静态强度传递的都多。

PW

轻量预告



500 / 500 ms · 40% · 随机 1~3 s

把注意力提前调过来。真正的警示之前，一段刻意温柔的 40% 提示，且不指向任何方向。它买的是定向时间，让下一个信号落在一个准备好的人身上；长度随机是为了防止用户预判起始时刻。

Vibrotactile signal set: waveform timing

AIN 2 · FOUR TACTILE ENVELOPES · PLOTTED FROM FIRMWARE CONSTANTS

SIGNAL

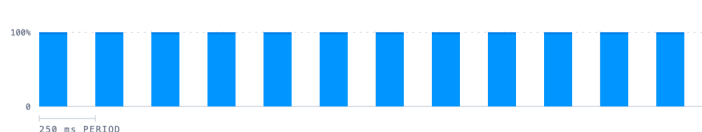
CES

Continuous Even Slow
250 ms on / 250 ms off
100% PWM (255/255)
period 500 ms · 2 Hz



CEF

Continuous Even Fast
125 ms on / 125 ms off
100% PWM (255/255)
period 250 ms · 4 Hz



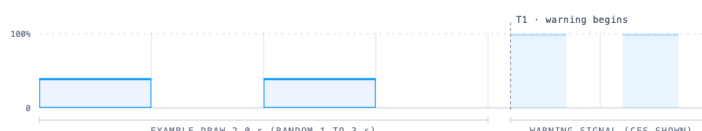
RE

Ramping Escalation
100 ms pulses, gap 250 ~ 50 ms
intensity 50% → 100% PWM
solid 100% after 2 s



PW

Pre-Warning
500 ms on / 500 ms off
40% PWM (102/255)
random 1~3 s, then 100 ms gap



Bar height = PWM duty cycle · dashed rule = 100% drive (255/255) · horizontal axis = seconds from signal onset

4 PWM motors · FRONT / BACK / LEFT / RIGHT
Max signal duration 3000 ms, or experimenter STOP
Onset timestamp T1 = SIG_START, NTP-aligned

WHAT THE SIGNAL IS MEANT TO SAY

BASELINE URGENCY

A flat, metronomic pulse. Nothing about it changes, so it carries direction and nothing else. This is the control envelope the escalating patterns are measured against.

RATE AS URGENCY

Identical drive level, twice the repetition rate. Pulse frequency becomes the only variable, testing whether tempo on its own shifts perceived urgency.

CLOSING HAZARD

Intensity and rate climb together for two seconds, then lock into continuous drive. The envelope itself carries time pressure: the hazard is closing.

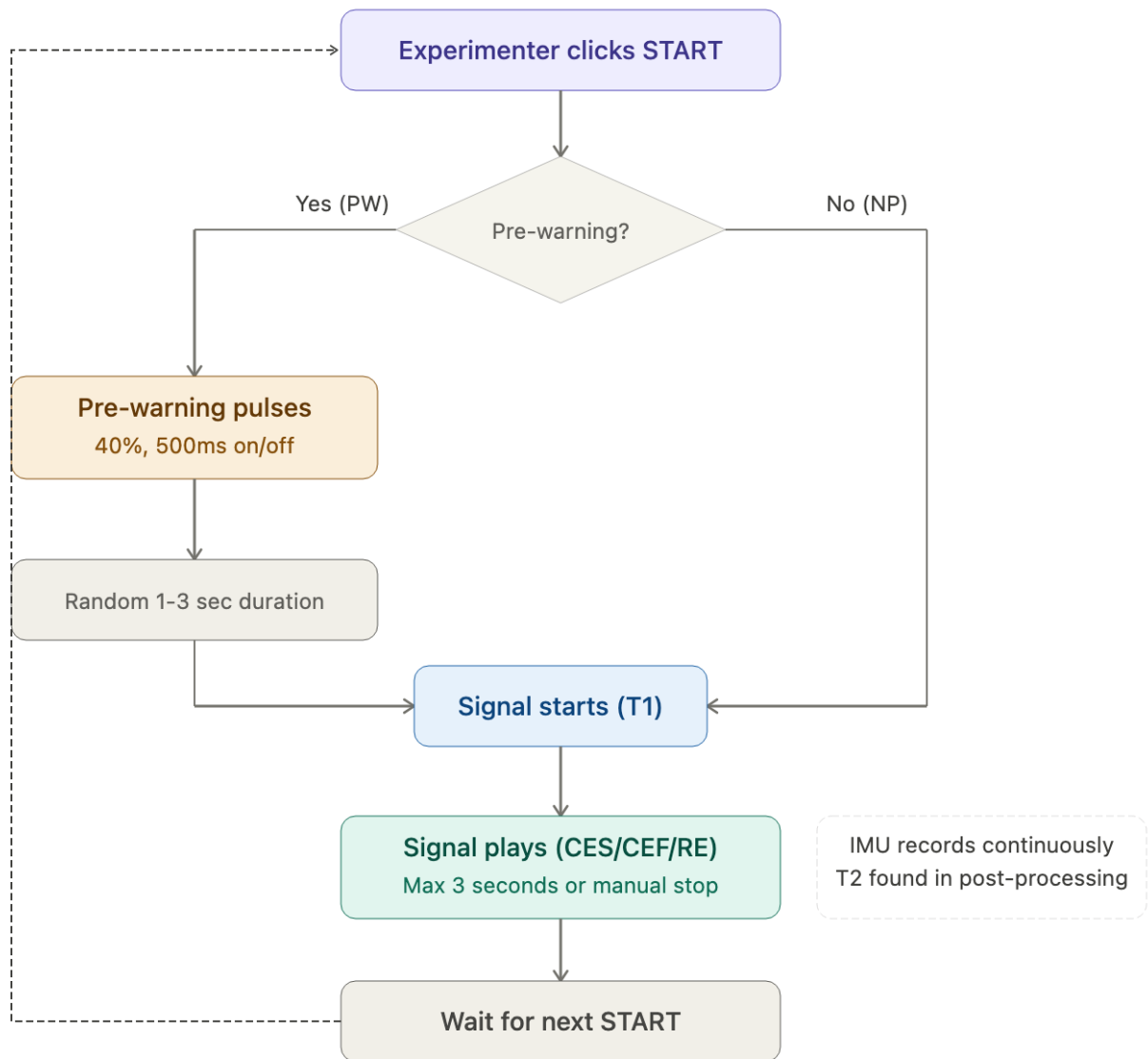
ATTENTION PRIMER

A deliberately gentle cue ahead of the warning itself. It buys orienting time without asserting a direction, and its random length prevents anticipating onset.

Xiang Yang · Virginia Tech · vibrotactile warning system

四类信号的时序规范图 —— 参数直接来自实验平台的信号规格文档

Complete trial flow



单次试次流程图：预警分支、双时间戳、IMU 并行记录

[硬件原型实拍 —
头盔 / 背心触觉阵列、ESP32 台架]

一刀切的阈值会伤害两端的人。同一强度的振动，对一部分人根本感知不到，对另一部分人是持续骚扰。所以我的博士论文主题是适配：以“相对个体自身基线的偏差”定义指标，让信号适配人，而不是让人适应信号 —— 而且这个适配过程要可见、可控、可撤销。

案例 02 · 产品经理与交互负责人 · 2023-

警示系统最大的敌人不是感知不到，是狼来了

智慧工地安全平台。工人对灯光与声音警示已经全面脱敏 —— 不是听不见，是不再相信。我们蹲现场做人因调研，重构了报警阈值与多模态通道分配逻辑，让“响 = 真有事”，接受度与留存跟着回来。项目获全美 Top 20 建筑商 Allan Myers 投资。

用户洞察到落地

人机信任

0→1 产品定义

跨平台 5 人团队

报警逻辑重构 — 切换看改了什么

- **单一阈值全场通用** —— 距离一到就报，不分作业类型与噪声环境。
- **所有等级用同一种表达** —— 灯光加蜂鸣，紧急和例行长得一模一样。
- **误报没有代价** —— 系统不知道自己错了，也没人反馈。

结果：两周后工人默认忽略提示。系统仍然“在工作”，安全收益已经归零。

- **分级 + 场景化阈值** —— 按作业类型与环境噪声动态调整触发条件。
- **通道按紧急度分配** —— 紧急：多模态齐上；次要：单通道；例行：静默入日志，不中断人。
- **误报进入回路** —— 工人一键标记误报，阈值按真实反馈校准。

结果：“响 = 真有事”重新成立。接受度与留存显著提升，安全收益回到系统里。

迁移到陪伴与看护产品：同一个陷阱在家庭场景里更贵。如果一台看护机器人对家长的提醒经常是假警报，第三周就没人看了 —— 而那时它已经在家里，家长以为自己被保护着。所以我把“信任衰减率”当成一等公民指标：第1周与第4周的主动交互频次差，比任何满意度问卷都诚实。

[平台界面截图 — 移动端感知 + Web 决策台]

案例 03 · 独立开发与系统架构 · 2026-

角色感不是起个名字，是每个状态下的行为都自洽

我独立搭建并部署了一套个人 AI 系统，七个智能体各有人格 —— 大象记忆、狐狸策略、猫头鹰情报、章鱼学习。人格不停在头像上，它落在可读可改的自然语言行为契约里：什么时候说话、什么时候闭嘴、失败了怎么表现。系统在生产环境跑了半年。

角色与人格设计

行为逻辑文档

AI 产品

语音 · 多模态输入

七个智能体 — 悬停看它的行为边界



Memory

记忆

捕获一切，从不评判；
未被评分的记忆攒够 5
条才主动开口。



Strategist

策略

建议，绝不代为决定；
检测到沉默期就不主动
发起对话。



Information

情报

一天只送一次；宁可漏
掉，也不制造需要处理
的噪声。



Connection

连接

每周一次织网，只呈现
关系，不解释关系该怎
么用。



Interface

界面

随内容变形；系统没有新状态时，界面就不该变。



Learning

学习

把散落的知识编译成结构；不确定的地方明确标出来。



Comms

传讯

构想阶段 —— 系统里也允许存在“还没想清楚”的位置。

为什么行为规则要用自然语言写：因为写下来的东西才能被审、被吵、被改。人格藏在代码里，讨论就只能发生在工程师之间；写成契约，产品、设计、算法可以指着同一句话吵架——这正是交互设计文档该起的作用。

它现在就在跑。界面由系统按真实状态每四小时自动重新渲染一次，可以直接看：digital-me-dashboard.vercel.app。这一点对我很重要：设计意图如果只停在稿子上，它就还没有被真正验证过。

strategist / instruction.yaml — 行为边界节选

judgment:

boundaries:

- 建议，绝不代为决定
- 检测到沉默期时不主动发起对话
- 不确定时说出不确定，而不是补一个像样的答案

Six agents, six animals

DIGITAL ME · AVATAR SYSTEM

Hand-authored SVG, shipped straight from the production renderer. One animal per agent, so identity is legible before a single label is read.



Memory Agent

ELEPHANT

never forgets



Connection Mapper

SPIDER

weaves connections



Information Agent

OWL

watches the world



Interface Agent

CHAMELEON

adapts to content



Strategist

FOX

reads the landscape



Communication Agent

DOVE

carries the message

角色系统：六个手绘 SVG 头像，直接取自生产环境的渲染器。一个智能体一种动物，让身份在读到名字之前就先被认出来

案例 04 · 概念探索 · 公开项目

一个新硬件进入生活时，会被怎么误解？

把“新模块被用户接纳还是误解”做成可模拟、可观察的沙盘：八个虚拟个体各有自己的需要、解读方式和核心疑问；同一个模块注入后，他们把它重新分类成不同的东西。视角、个体、时相、事件四个维度联动——比问卷便宜，比上线安全。

新型交互

用户旅程建模

四维状态联动



总览模式：左栏事件流与人物卡，中央沙盘，右栏语义重分类与扩散指标，底部为昼夜时间轴

其中一个设计细节值得单说：四个时相（黎明 / 白天 / 黄昏 / 夜晚）各自绑定一组灯光参数——天空、雾、环境光、霓虹、窗光。这不是美术滤镜，是“每个状态一套完整的表达参数”这一原则的练习。同一个原则换个载体，就是机器人的灯效与表情状态设计。



状态联动：切换个体与时相后，全屏所有面板同步重写



概念帧（预渲染）—— 与实跑交互层区分标注

[illegible][illegible]

服务蓝图——非对称信息交换的三泳道流转与一次锁定规则

