

Support System for Sports Training and Cognitive Development

Fabrizio Pafumi¹ and Francisco Ezequiel Paez¹ 

Departamento de Informática - Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Sede Puerto Madryn
fep@ing.unp.edu.ar

Abstract. The use of technological aids for sport training or cognitive activities has become widespread in recent decades. However, access to commercial solutions of this type is often costly, and their variety or flexibility may be limited. This paper presents the current state of development of such a system using Commercial Off-The-Shelf (COTS) components and open-source software, validated in practice on martial arts training sessions. The system consists of a set of wireless modules that the instructor can control via a mobile app. The goal is to provide a reproducible, low-cost solution for instructors who conduct group training sessions.

Keywords: arduino, sports, cognitive, training

Sistema de Apoyo para Rutinas Deportivas y de Desarrollo Cognitivo

Resumen El uso de soportes tecnológicos para actividades deportivas o cognitivas se ha popularizado en las últimas décadas. Sin embargo, el acceso a soluciones comerciales de este estilo suele ser oneroso y su variedad o flexibilidad puede ser limitada. Este trabajo presenta el estado de desarrollo de un sistema de este estilo empleando componentes Commercial Off-The-Shelf (COTS) y software libre, validado en la práctica en entrenamientos grupales de artes marciales. El sistema consiste en un conjunto de módulos inalámbricos que el instructor puede controlar por medio de una aplicación móvil. El objetivo es proporcionar una solución reproducible y de bajo costo destinado a instructores que realizan rutinas de entrenamiento con grupos.

Palabras claves: arduino, deporte, cognitivo, entrenamiento

1 Introducción

El uso de soportes tecnológicos en rutinas deportivas y/o cognitivas es una tendencia en aumento (Raman et al., 2023,Huang and Yongquan, 2025,Luo, 2020; Organization and Fund, 2022): inicialmente empleados en deportes de alto rendimiento o centros de salud, actualmente se comercializan al gran público. Sin embargo, las soluciones comerciales puede no estar dentro de las posibilidades económicas de instructores e instituciones con presupuestos limitados, o bien no cumplir con requerimientos específicos.

Este trabajo presenta un proyecto cuyo objetivo es el diseño e implementación de un sistema de soporte para rutinas de entrenamiento grupales en ámbitos deportivos, de tratamiento cognitivo, rehabilitación física, etc., mediante el uso de componentes Commercial Off-The-Shelf (COTS) y software libre para lograr un costo de adquisición accesible.El desarrollo está enmarcado en un tesina de grado de Licenciatura en Informática. Como resultado, además del sistema funcional, se generarán los recursos para que pueda ser implementado por terceros (reproducibilidad del entorno de desarrollo, código fuente con licencia libre, guías de usuario, listados de materiales, esquemas, instructivos de ensamblado, etc.).

Trabajos similares son por ejemplo Tremun (de León and Cortes, 2020), que describe una plataforma para entrenamiento cognitivo aplicado al deporte. Productos comerciales de este estilo por ejemplo BlazePod¹, ROXProX², FitLight³, Reflexion⁴, LedTrainer⁵ y NeuralTrainer⁶ entre otros.

2 Descripción de la aplicación

El sistema consiste en un conjunto de módulos físicos que el instructor distribuye entre los participantes de la rutina (Fig. 1). Al activarse, cada módulo genera un estímulo luminoso que sirve de aviso al practicante para realizar el movimiento o actividad estipulada, que persiste hasta detectar movimiento mediante un sensor ultrasónico. El instructor controla los módulos mediante una aplicación móvil Android, que permite activar módulos individualmente o seleccionar una rutina que los activa de manera automática en base a reglas y condiciones (Fig. 2a).

Las rutinas constan de un número de rondas, separadas por un número de segundos fijo o aleatorio dentro de un rango determinado (Fig. 2b). En cada ronda se activan todos o algunos de los nodos según el tipo de rutina: **aleatoria** (activa un número aleatorio de módulos por participante), **secuencial** (activa un determinado número de módulos en secuencia) o **simultánea** (enciende todos los módulos seleccionados).

¹ <https://www.blazepod.com/>

² <https://a-champs.com/es/products/roxprox>

³ <https://www.fitlighttraining.com/>

⁴ <https://reflexion.co>

⁵ <https://ledtrainer.com/>

⁶ <https://www.neuraltrainer.com/>

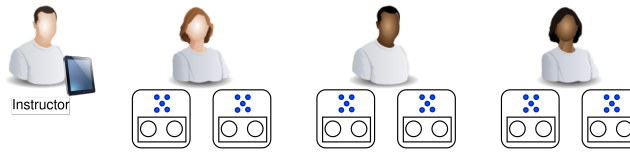


Fig. 1: Ejemplo de distribución de dos módulos por practicante en una rutina.

Se puede estipular un número máximo de rondas o bien continuar la ejecución hasta que el instructor cancele la rutina (Fig. 2d). Además es posible incrementar o reducir el tiempo entre cada ronda sucesiva (Fig. 2c).

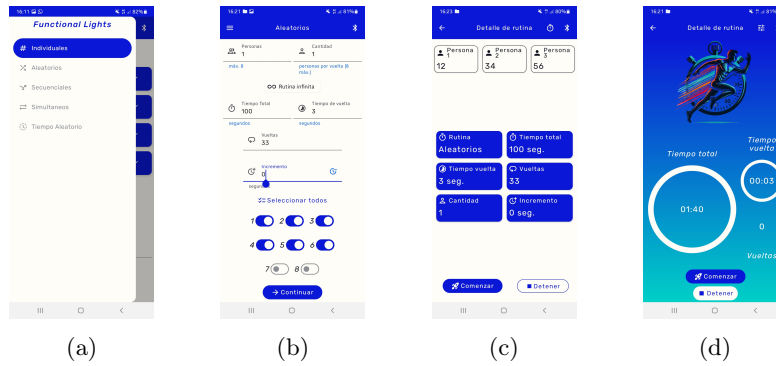


Fig. 2: Aplicación móvil: a) Selección de rutina b) configuración de rutina c) Detalle de rutina d) Ejecución de rutina

3 Diseño del sistema

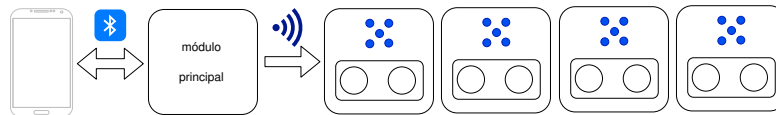


Fig. 3: Componentes del sistema y su comunicación.

El sistema está compuesto por un módulo principal y un conjunto de módulos secundarios basados en placas Arduino Uno R3 con carcasas protectoras que acomodan componentes y baterías (Fig. 4). La aplicación móvil se comunica con el módulo principal vía Bluetooth, mediante un módulo HC-05 (Fig. 3).

Según la rutina configurada, el módulo principal activa los módulos secundarios comunicándose con un módulo de radiofrecuencia nRF24L01, que posibilita un gran radio de alcance. Los módulos secundarios emplean LEDs para indicar al participante cuando ejecutar las actividades de la rutina y un sensor ultrasónico HC-SR04 para detectar sus movimientos. La comunicación entre el módulo principal y los secundarios es unidireccional, recibiendo estos instrucciones para **activación** (prender LEDs hasta detectar movimiento), **desactivación** (apagar LEDs y sensor ecoico) y **prueba** (parpadear LEDs para comprobar comunicación).

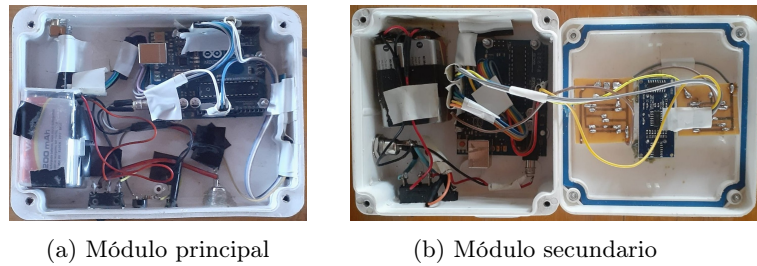


Fig. 4: Módulos físicos del sistema

La comunicación entre la aplicación móvil y el módulo maestro emplea paquetes de tamaño variable. El primer byte identifica el tipo de paquete, que puede especificar una rutina o solicitar activar/desactivar un módulo secundario específico. La comunicación con los módulos secundarios se realiza mediante un *broadcast* desde el módulo principal. Cada módulo secundario cuenta con un identificador (especificado al compilar el firmware de cada módulo) que permite verificar si es el destinatario del comando transmitido.

4 Conclusiones y trabajos futuros

El trabajo efectuado hasta el momento permite validar la factibilidad de la propuesta. El prototipo actual consta de un módulo maestro y ocho secundarios, siendo empleado con éxito en rutinas grupales de artes marciales y basquet, lo que brindó retroalimentación para mejorar el diseño y corregir defectos en la implementación, principalmente en el diseño de la aplicación móvil.

El costo aproximado de cada módulo es de U\$D 50, pudiendo ser menor, por ejemplo con variantes de Arduino de menor costo. En contraste, las soluciones comerciales tienen costos iniciales de U\$D 350 aproximadamente. Ventajas del desarrollo propuesto son la facilidad de reparación, modificación y adaptabilidad. Como contrapartida, los productos comerciales pueden ofrecer mejor diseño, presentación, calidad de terminación y mayor número de sensores.

Como trabajos futuros se plantea el envío de datos desde los módulos secundarios al principal para brindar información en línea de la ejecución de la

rutina y generar métricas de rendimiento, mejorar y depurar el protocolo de comunicación, permitir especificar nuevas rutinas de manera dinámica desde la aplicación móvil y el uso de un sistema operativo de tiempo real como FreeRTOS.

El código del sistema esta disponible en el repositorio <https://github.com/fepa0110/FunctionalLightsArduino>.

Nota Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron Google Gemini con el fin de mejorar la legibilidad del resumen en idioma inglés. Tras utilizar esta herramienta, los autores revisaron y adecuaron el contenido, asumiendo plena responsabilidad por el contenido de la publicación.

Referencias

- de León, F. D., & Cortes, R. (2020). *Tremün: Plataforma para entrenamiento cognitivo aplicado al deporte* [Tesina de Licenciatura]. UNLP. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118513>
- Huang, M., & Yongquan, T. (2025). Tech-driven excellence: A quantitative analysis of cutting-edge technology impact on professional sports training. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(1), e13082. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcal.13082>
- Luo, D. (2020). The application of computer technology in sports training and competition. In J. H. Abawajy, K. R. Choo, Z. Xu, & M. Atiquzzaman (Eds.), *2020 international conference on applications and techniques in cyber intelligence - applications and techniques in cyber intelligence (ATCI 2020), fuyang, china, 20-22 june, 2020* (pp. 543–549). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53980-1_80
- Organization, W. H., & Fund, U. C. (2022). *Global report on assistive technology*. United Nations Children’s Fund. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240049451>
- Raman, R., Kaul, M., Meenakshi, R., Jayaprakash, S., Rukmani Devi, D., & Murugan, S. (2023). Iot applications in sports and fitness: Enhancing performance monitoring and training. *2023 Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, 137–141. <https://doi.org/10.1109/SmartTechCon57526.2023.10391301>