Propuesta de curso

Nombre de curso: “Diseño, prototipado y evaluación de interacciones hápticas”
Docente: Dr. Andrés Rodríguez
Afiliación: Centro LIFIA - Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata - Argentina
Contacto: andres.rodriguez@lifia.info.unlp.edu.ar

Objetivos del curso

Objetivo general

Introducir a los participantes en el diseño, prototipado y evaluación de interacciones hápticas, integrando fundamentos de percepción táctil, principios de diseño de experiencias y tecnologías de actuación de bajo costo, mediante el desarrollo de prototipos interactivos.

Objetivos específicos

Al finalizar el curso, se espera que los participantes puedan:

1. Comprender los fundamentos de la percepción háptica humana y su relación con el diseño de sistemas interactivos.
2. Identificar las principales tecnologías de actuación háptica y reconocer sus posibilidades y limitaciones.
3. Diseñar estímulos y patrones vibrotáctiles utilizando parámetros temporales, espaciales y de intensidad.
4. Implementar interacciones hápticas mediante microcontroladores y actuadores accesibles.
5. Aplicar métodos básicos de evaluación para analizar la percepción, interpretación y experiencia de uso de prototipos hápticos.

Conocimientos previos requeridos

El curso está dirigido a estudiantes avanzados de informática, ingeniería, diseño y disciplinas relacionadas con el desarrollo de sistemas interactivos.
Se recomienda contar con:

- Conocimientos introductorios de programación.
- Familiaridad básica con conceptos de interacción persona-computadora.
- Capacidad de lectura de documentación técnica en inglés.

No se requieren conocimientos previos de electrónica ni experiencia con dispositivos hápticos. Los ejercicios utilizarán circuitos previamente preparados, ejemplos de código y herramientas de programación accesibles, de modo que los participantes puedan concentrarse en el diseño y experimentación de interacciones.

Competencias a desarrollar

- Análisis perceptual. Reconocer diferencias entre estímulos táctiles y relacionarlas con parámetros físicos y perceptivos.

- Selección tecnológica. Comparar actuadores y seleccionar alternativas adecuadas a un problema de diseño.
- Diseño de interacción y prototipado rápido. Diseñar, construir y modificar prototipos hápticos utilizando microcontroladores y componentes accesibles.
- Programación interactiva. Implementar patrones y respuestas hápticas vinculados con eventos y entradas del sistema.
- Caracterización y optimización. Analizar experimentalmente la respuesta de actuadores hápticos y ajustar los parámetros de los estímulos utilizando criterios técnicos y perceptivos.
- Evaluación y comunicación. Diseñar pruebas exploratorias, recoger observaciones y mejorar las soluciones propuestas. Documentar y justificar decisiones de diseño, implementación y evaluación.

Contenidos

Unidad 1. Fundamentos de percepción y experiencia háptica

- Introducción a la háptica y su papel en la interacción persona-computadora.
- El tacto humano: componentes cutáneos, propioceptivos y afectivos.
- Mecanorreceptores y percepción de vibraciones.
- Fundamentos de psicofísica: umbrales, discriminación, adaptación e ilusiones táctiles.
- Dimensiones de la experiencia háptica.
- Aplicaciones en interfaces móviles, dispositivos vestibles, accesibilidad, videojuegos y experiencias multisensoriales.

Unidad 2. Tecnologías de actuación y exploración de estímulos hápticos

- Principales tecnologías de actuación háptica.
- Actuadores vibrotáctiles: motores de masa rotante excéntrica (ERM) y actuadores resonantes lineales (LRA). Transductores electromagnéticos y discos piezoeléctricos.
- Características y limitaciones: frecuencia, amplitud, tiempo de respuesta, resonancia y consumo.
- Caracterización experimental de actuadores: respuesta temporal, resonancia, variación con la señal de control y consumo energético. Exploración y comparación perceptiva de actuadores.
- Introducción al control mediante tecnologías de bajo umbral de acceso como Arduino y ESP32.

Unidad 3. Diseño y programación de patrones hápticos

- Diseño de vocabularios y patrones hápticos.
- Parámetros de diseño: duración, intensidad, ritmo, frecuencia, pausas y repetición.
- Concepto de renderizado háptico. Parametrización de señales, generación de envolventes, ajuste de parámetros y restricciones físicas del hardware.
- Control de actuadores mediante señales digitales, PWM y controladores especializados.
- Programación de secuencias y patrones vibrotáctiles.

- Bocetado, iteración y documentación de diseños hápticos.

Unidad 4. Integración en experiencias interactivas

- Retroalimentación háptica y comunicación de información.
- Háptica funcional, expresiva y afectiva.
- Diseño de interacciones basadas en eventos.
- Integración con sensores, pulsadores y entradas del usuario.
- Coordinación de estímulos táctiles, visuales y auditivos.
- Diseño de prototipos hápticos interactivos.
- Consideraciones de ergonomía, ubicación corporal y contexto de uso.

Unidad 5. Evaluación y refinamiento de experiencias hápticas

- Métodos de evaluación de experiencias hápticas. Percepción, discriminabilidad, interpretación y confort.
- Evaluación exploratoria mediante pruebas con usuarios. Observación, entrevistas breves y escalas subjetivas.
- Optimización de patrones mediante criterios perceptivos y técnicos: discriminabilidad, duración, latencia y consumo. Iteración y refinamiento de patrones.
- Documentación y comunicación de prototipos hápticos.

Estrategias didácticas

El curso se desarrollará mediante aprendizaje basado en proyectos y experimentación, combinando exposiciones conceptuales breves, demostraciones, actividades de exploración perceptiva, programación guiada y prototipado colaborativo.
Se utilizarán cinco estrategias complementarias.

- Exploración perceptiva. Los estudiantes experimentarán directamente con diferentes estímulos y actuadores, comparando sus características perceptivas y registrando sus observaciones.
- Bocetado de interacciones. Se utilizarán representaciones gráficas y temporales para explorar alternativas de diseño antes de implementarlas.
- Prototipado rápido. Se utilizarán kits provistos por el docente con controlador y firmware precargado, actuadores y circuitos previamente preparados.
- Diseño colaborativo. Los estudiantes trabajarán en equipos pequeños para resolver un desafío de diseño, experimentar con diferentes soluciones y construir un prototipo funcional.
- Experimentación, caracterización y optimización de prototipos. Las actividades prácticas incorporarán procedimientos sencillos de medición y análisis de señales, caracterización de actuadores y ajuste sistemático de parámetros.

Organización del trabajo práctico

Se trabajará sobre un proyecto transversal desde el segundo día de clase hasta la presentación final el último día.
Cada equipo deberá diseñar una interacción háptica que responda a una necesidad o intención específica. Por ejemplo, comunicar estados, orientar una acción, acompañar una actividad, generar una experiencia expresiva o enriquecer una interacción multisensorial.

El proyecto deberá incluir una entrada o evento, una respuesta háptica diseñada deliberadamente y al menos una iteración basada en pruebas.

Cronograma preliminar

Se dedicará aproximadamente un tercio del tiempo a conceptos y demostraciones, y dos tercios a actividades prácticas, diseño y discusión con el siguiente cronograma preliminar, ajustable en función de perfiles de estudiantes y condiciones de infraestructura:

Día 1. Descubrir y comprender el tacto

Introducción a la háptica y ejemplos de aplicaciones.
Fundamentos del tacto humano y psicofísica básica.
Laboratorio de exploración perceptiva con diferentes estímulos y actuadores.
Comparación y caracterización de sensaciones.
Discusión colectiva y conclusiones.

Actividad central: experimentar con diferentes estímulos y describirlos utilizando dimensiones perceptivas. Los estudiantes compararán vibraciones de distintas duraciones, intensidades y estructuras temporales. Se discutirán las diferencias entre propiedades físicas y sensaciones percibidas.

Resultado: registro comparativo de experiencias táctiles.

Día 2. De los actuadores a los patrones hápticos

Caracterización y comparación de tecnologías vibrotáctiles: ERM, LRA, transductores y piezoeléctricos.
Introducción al Kit didáctico. Laboratorio de programación de patrones.
Diseño y comparación de variantes.
Presentación del desafío de proyecto.

Actividad central: modificar programas que controlan uno o varios actuadores para generar patrones con diferentes características. Los estudiantes experimentarán con pulsos, secuencias, ritmos, intensidades y pausas.

Resultado: biblioteca inicial de patrones hápticos documentados.

Día 3. Diseñar interacciones con significado

Principios de diseño de interacciones hápticas.
Diseño de vocabularios, metáforas y partituras hápticas. Ideación y bocetado de proyectos.
Implementación de un primer prototipo. Optimizació de patrones
Revisión colectiva de avances.

Actividad central: diseñar una interacción que comunique o produzca una experiencia determinada. Optimizar los patrones a proveer. Cada equipo definirá un escenario, una intención de diseño, los eventos que activan la respuesta y los patrones hápticos correspondientes.

Resultado: concepto documentado y primer prototipo funcional.

Día 4. Integrar háptica en experiencias interactivas

Háptica en experiencias multisensoriales y dispositivos vestibles.
Integración con sensores, entradas y eventos.
Desarrollo y refinamiento del proyecto.
Pruebas exploratorias entre equipos.

Actividad central: integrar la respuesta háptica en una interacción completa. Los equipos incorporarán pulsadores, sensores u otras entradas y podrán combinar los estímulos hápticos con información visual o auditiva.

Resultado: prototipo interactivo listo para evaluación.

Día 5. Evaluar y comunicar experiencias hápticas

Métodos y criterios de evaluación háptica.
Evaluación cruzada de prototipos.
Ajustes y refinamiento.
Demostraciones y presentaciones finales.
Reflexión colectiva y cierre.

Actividad central: realizar una evaluación exploratoria con participantes de otros equipos, identificar problemas y aplicar mejoras.

Resultado: prototipo final, demostración y breve documentación del proceso.

Evaluación

La evaluación será continua, formativa y basada en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
El trabajo final consistirá en el diseño, implementación y evaluación exploratoria de una interacción háptica funcional, desarrollado en equipos de dos o tres participantes.
Se considerarán aspectos tales como la adecuación de los estímulos hápticos a la intención de diseño, la aplicación de principios perceptivos y de interacción y la identificación de problemas mediante evaluación exploratoria.
No se valorará la complejidad técnica por sí misma. Un prototipo sencillo que resuelva adecuadamente un problema de interacción podrá obtener una evaluación superior a otro técnicamente complejo pero conceptualmente poco fundamentado.
La entrega final incluirá una demostración funcional, una breve descripción de la experiencia diseñada y un registro de las decisiones y resultados de evaluación.

Bibliografía

Bibliografía básica

Jones, L. A. (2018). Haptics. MIT Press.

MacLean, K. E., Schneider, O. S., & Seifi, H. (2017). Multisensory haptic interactions: Referencia para relacionar percepción, diseño de interacción e integración multisensorial.
Kim, E., & Schneider, O. (2020). Defining Haptic Experience: Foundations for Understanding, Communicating, and Evaluating HX. Proceedings of CHI 2020.
Schneider, O. S., et al. (2020). Haptic Experience Design: What Hapticians Do and Where They Need Help. Proceedings of CHI 2020.
Seifi, H. (2019). Personalizing Haptics. Springer.

Bibliografía complementaria

Grunwald, M. (Ed.). (2008). Human Haptic Perception: Basics and Applications. Birkhäuser.
Hatzfeld, C., & Kern, T. A. (Eds.). (2016). Engineering Haptic Devices. Springer.
Hayward, V. (2008). A brief taxonomy of tactile illusions and demonstrations that can be done in a hardware store. Brain Research Bulletin, 75(6), 742–752.
Hartman, K. (2014). Make: Wearable Electronics. Maker Media.
Linden, D. J. (2015). Touch: The Science of Hand, Heart, and Mind. Viking.
Paterson, M. (2007). The Senses of Touch: Haptics, Affects and Technologies. Berg.

Recursos técnicos

Se utilizarán materiales de consulta sobre programación de microcontroladores, control de actuadores y diseño de patrones vibrotáctiles, incluyendo documentación de Arduino, ESP32 y controladores hápticos.
La selección definitiva de lecturas obligatorias se ajustará al perfil de los participantes.

Recursos e infraestructura

Se utilizarán kits reutilizables provistos por el docente. Cada kit incluirá un controlador de tipo Arduino o ESP32, motores ERM tipo moneda, actuadores LRA, transductores electromagnéticos, discos piezoeléctricos, drivers ERM/LRA, pulsadores y sensores varios, placas de prueba, conectores.
Los participantes utilizarán computadoras con Arduino IDE y programas de ejemplo previamente distribuidos.
La infraestructura requerida en la institución anfitriona será un aula con proyector, conexión eléctrica, mesas para trabajo grupal y acceso a internet.

Idioma

El curso se imparte en español

Cupo

El curso requiere un mínimo de 10 participantes y un máximo de 20.