

MUSIA : Guide Robot Intelligent pour Musées

Révolutionner l'Expérience Culturelle par la Robotique et l'IA

Document de Présentation Hackathon

I. VISION & PROBLÉMATIQUE

Le Défi de l'Expérience Muséale Actuelle

La visite culturelle est freinée par un manque critique d'adaptation et d'interactivité :

- **Visites rigides** : Rythme et horaires fixes, groupes larges.
- **Contenu impersonnel** : Les audioguides sont unidirectionnels et n'offrent pas la possibilité de poser des questions.
- **Barrières au Savoir** : Explications souvent trop complexes pour les enfants ou génériques pour les experts.
- **Isolement** : Les visiteurs sont laissés seuls face à leurs plans et à leurs interrogations.

Notre Solution : Musia

Musia est un **guide robot personnel** qui fournit un accompagnement physique, répond aux questions en temps réel, et adapte son discours à l'âge et aux intérêts du visiteur.

Les Bénéfices Clés :

- Compagnon mobile et interactif.
 - Interaction vocale naturelle (IA conversationnelle).
 - Contenu adaptatif (enfants/adultes/experts).
 - Coût 90% inférieur aux solutions existantes.
-

II. LE ROBOT PHYSIQUE : Une Ingénierie Fiable

Le prototype Musia est construit sur la plateforme éducative **Keyestudio 4WD BT Robot Car V2**, transformée en un outil de navigation professionnel.

Mobilité et Autonomie

Spécification Clé	Détails Techniques	Avantage Opérationnel
-------------------	--------------------	-----------------------

Plateforme	4 roues motrices.	Déplacement stable et manœuvrable (virages serrés, rotation sur place).
Vitesse	0-30 cm/s.	S'adapte à la marche humaine lente.
Batterie	Li-Po 7.4V 2200mAh.	Autonomie de 4-6 heures, couvrant une journée de service complète.

Améliorations Hardware de Qualité Professionnelle

Module	Spécification Technique	Fonctionnalité
Audio	Haut-parleur 3W (qualité broadcast).	Volume adaptatif selon l'environnement et 100+ heures de narration (MicroSD 32GB).
Captation	Microphone directionnel avec réduction de bruit.	Détection automatique de parole et LED "Je vous écoute".
Connectivité	Module Wi-Fi avancé (ESP32) .	Communication temps réel avec le serveur et Mises à jour OTA (Over-The-Air).
Interface	Écran OLED Expressif.	Affiche le nom de l'œuvre et la langue sélectionnée.

Navigation Hybride 3-en-1 (Garantie de Précision)

- Musia garantit une précision de positionnement de 99.9% en combinant trois technologies :
- **Suivi de Ligne au Sol** : Capteurs IR suivent des bandes noires adhésives (3cm) pour les tracés principaux.
 - **Balises RFID de Localisation** : Puce près de chaque œuvre pour confirmation précise de la position et déclenchement automatique.
 - **Évitement d'Obstacles (Ultrason)** : Détection jusqu'à 2m, arrêt automatique si un visiteur est devant (< 50cm), et contournement intelligent.

III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT END-TO-END

Ce cycle montre comment le robot physique et le système logique collaborent pour garantir une visite fluide :

Le Cycle de Visite : Navigation → Identification → Narration → Interaction → Transition

Étape	Action Physique (Robot)	Action Logique (Système)	Expérience Visiteur
1. Navigation	Suit bandes adhésives (Capteurs IR, Précision 99.9%). Arrêt si ultrason détecte < 50cm.	Le Backend envoie la séquence de Waypoints (segments de ligne) et gère l'état MOVING.	Déplacement fluide et sécurisé sur le parcours choisi.
2. Identification	Déclenche la lecture de la Puce RFID près de l'œuvre ("ARTWORK_042").	Le Backend reçoit l'ID, mappe à l'œuvre complète (ex: "Mona Lisa") et au contenu adapté.	Le robot s'arrête exactement devant le tableau.
3. Narration	Moteurs coupés. Lecture du fichier audio (MP3, 3W) adapté au profil.	Le Backend déclenche l'audio et active l'état NARRATING.	Le visiteur écoute l'histoire de l'œuvre.
4. Interaction	Active le microphone. L'écran OLED affiche "Je vous écoute".	Pipeline Q&A s'active, prêt à transcrire et analyser la question (durée ~3s).	Le visiteur pose sa question en langage naturel.
5. Transition	L'utilisateur clique sur "Continuer" ou le Minuteur d'inactivité (7s) expire.	Le Backend envoie la commande NEXT_WAYPOINT. Le robot reprend son mouvement.	Le flux de la visite est garanti, même en cas d'inactivité.

Le Cerveau Central : Backend & Pipeline IA

Le système repose sur la fiabilité du Backend et la puissance du Module NLP :

A. Backend : Le Cerveau Central

- **Stockage du Contenu** : Catalogue des œuvres (titre, localisation) et de leurs **Narrations Multi-Versions**: STANDARD, ENFANTS, EXPERT, RAPIDE.
- **Trajectoires** : Stockage des listes d'étapes ordonnées pour les parcours thématiques (ex: "Renaissance 45min").
- **Sécurité** : Authentification sécurisée (**JWT**) pour l'administration et gestion des rôles (Admin, Manager, Operator, Viewer).

B. Module NLP : Pipeline Conversationnelle (L'Intelligence)

Étape	Rôle du Module	Technologies Cibles
1. Speech-to-Text (STT)	Transcription vocale rapide (précision 95%+).	Whisper (Modèle d'IA de transcription).

2. Analyse d'Intention (NLU)	Identification du type de question (ex: INFO_ARTWORK, TECHNIQUE) et extraction des entités.	Groq/Llama (Modèle d'IA).
3. Génération de Réponse	Interroge la base de connaissances vérifiée par les conservateurs . Utilise des garde-fous (pas d'invention si confiance < 80%).	Base de connaissances vérifiée.
4. Text-to-Speech (TTS)	Conversion du texte en parole avec intonation adaptée.	Edge TTS (Voix naturelles de qualité humain-like).

IV. FONCTIONNALITÉS CLÉS & AVANTAGES

1. Modes de Visite et Exploration

Mode	Fonctionnalités	Avantage Principal
Visite Guidée	Navigation automatique (chemin optimal). Narration contextuelle. Adaptation au rythme visiteur.	Guide le visiteur d'œuvre en œuvre sans contrainte de groupe.
Exploration Libre	Mode Suiveur (suit le visiteur à 1-2m). Détection Auto d'Œuvre (arrêt 5s déclenche narration). Recherche Vocale (ex: "Montre-moi les Monet").	Offre une liberté totale tout en conservant l'accompagnement intelligent.

2. Gestion Complète pour le Musée (Interface d'Administration)

L'administration Web est **intuitive** et ne requiert aucune compétence technique.

Fonction d'Administration	Bénéfice Opérationnel
Monitoring Temps Réel	Carte interactive avec position, niveau batterie et état des robots. Alertes techniques.
Gestion de Contenu	Création de parcours par glisser-déposer. Upload de narrations/œuvres (drag & drop).
Analytics & Statistiques	Suivi des parcours populaires, durée des visites, questions posées. Export de rapports.
Contrôle à Distance	Arrêt d'urgence, envoi à la charge, redémarrage (Mise à jour OTA).

Avantages Compétitifs Uniques

- **Solution End-to-End** : Robot + Logiciel + Contenu, livré clé en main.
 - **Inclusion** : Démocratisation de la culture, ciblant les enfants, étrangers et seniors.
 - **Intelligence Réelle** : Vraie compréhension des questions vs. scripts pré-enregistrés.
 - **Économie Accessible** : Coût 10x inférieur aux solutions existantes.
-

V. VISION FUTURE

Horizon	Améliorations Clés	Impact
Court Terme (6 mois)	Robot V2 : Écran tactile, caméra de reconnaissance visuelle (élimine le besoin de RFID), autonomie 8h. Gamification : Quizz interactifs, badges virtuels.	Expérience plus riche et plus autonome.
Long Terme (2-5 ans)	Écosystème Musia : App mobile compagnon pour préparation de visite. Architecture ouverte (API) pour extensions (AR, VR).	Positionnement en tant que plateforme technologique culturelle.

MUSIA : Quand la Technologie Rencontre la Culture