

الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 – بسيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès



MEMOIRE

En Vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Filière : **Informatique**

Spécialité : **Système d'information et web SIW)**

Thème

Edge AI for assistive technologies: A Survey

Présenté par :

- Mlle Hanane Lachoub

Soutenu le : **06/07/2026**

Devant le jury composé de :

- | | |
|-------------------------|--------------|
| - Dr. LEHIRECHE Nesrine | Président |
| - Dr. Manel Baba Ahmed | Encadreur |
| - Pr. Abdelatif Rahmoun | Co-Encadreur |
| - Dr. CHIKH Asma | Examineur |

Année Universitaire : 2025 / 2026

Abstract

Visual impairment affects more than 2.2 billion people worldwide, with prevalence four times higher in low- and middle-income regions such as North Africa. Recent advances in artificial intelligence, computer vision, and edge computing have enabled wearable assistive systems capable of real-time obstacle detection, scene understanding, and navigation directly on embedded hardware. However, the literature remains fragmented, with solutions developed in isolation and rarely compared under a unified framework.

This thesis examines the application of Edge AI to assistive technologies for visually impaired individuals. It first establishes the theoretical foundations of the field, covering artificial intelligence, edge computing, embedded hardware, sensing, and computer vision as applied to wearable assistive design. Building on this framework, the thesis presents a systematic review of twelve recent Edge AI-powered assistive systems published between 2019 and 2026, comparing their architectures, capabilities, and limitations.

The review identifies several recurring limitations across the field: heavy dependency on cloud connectivity, short battery autonomy, degraded accuracy under low-light and cluttered conditions, system fragmentation across multiple devices, and a near-total absence of multilingual support for underserved regions such as North Africa.

Based on these findings, this work outlines the design requirements for a future unified assistive wearable system: offline-first operation, multimodal sensor fusion, multilingual interaction, and full integration of perception, navigation, and emergency response within a single affordable device.

Keywords: Visual impairment, Edge AI, assistive wearable systems, object detection, embedded systems, sensor fusion, computer vision, multilingual assistive technology.

Résumé

La déficience visuelle touche plus de 2,2 milliards de personnes dans le monde, avec une prévalence quatre fois plus élevée dans les régions à revenu faible ou intermédiaire telles que l'Afrique du Nord. Les avancées récentes en intelligence artificielle, en vision par ordinateur et en informatique en périphérie ont permis l'émergence de systèmes portables d'assistance capables de détecter des obstacles, de comprendre une scène et d'assurer une navigation en temps réel directement sur du matériel embarqué.

Toutefois, la littérature demeure fragmentée, les solutions existantes étant développées de manière isolée et rarement comparées au sein d'un cadre unifié.

Cette thèse examine l'application de l'Edge [AI](#) aux technologies d'assistance destinées aux personnes malvoyantes. Elle établit d'abord les fondements théoriques du domaine, couvrant l'intelligence artificielle, l'informatique en périphérie, le matériel embarqué, les capteurs et la vision par ordinateur appliqués à la conception de dispositifs portables d'assistance. Sur cette base, la thèse présente une revue systématique de douze systèmes d'assistance récents basés sur l'Edge [AI](#), publiés entre 2019 et 2026, en comparant leurs architectures, leurs capacités et leurs limites.

Cette revue identifie plusieurs limitations récurrentes dans le domaine : une forte dépendance à la connectivité cloud, une autonomie de batterie limitée, une précision dégradée en conditions de faible luminosité ou d'encombrement, une fragmentation des systèmes à travers plusieurs dispositifs, et une absence quasi totale de support multilingue pour les régions délaissées comme l'Afrique du Nord.

Sur la base de ces constats, ce travail définit les exigences de conception d'un futur système portable d'assistance unifié : un fonctionnement hors ligne par défaut, une fusion multimodale des capteurs, une interaction multilingue, ainsi qu'une intégration complète de la perception, de la navigation et de la réponse aux urgences au sein d'un dispositif unique et abordable.

Mots-clés : Déficience visuelle, Edge AI, systèmes portables d'assistance, détection d'objets, systèmes embarqués, fusion de capteurs, vision par ordinateur, technologie d'assistance multilingue.

الملخص

تؤثر الإعاقة البصرية على أكثر من 2.2 مليار شخص حول العالم، حيث يبلغ معدل انتشارها أربعة أضعاف في المناطق ذات الدخل المنخفض والمتوسط مثل شمال إفريقيا. وقد أتاحَت التطورات الحديثة في الذكاء الاصطناعي، ورؤية الحاسوب، والحوسبة الطرفية ظهور أنظمة مساعدة قابلة للارتداء قادرة على اكتشاف العوائق في الزمن الحقيقي، وفهم المشهد، والتدقّل مباشرةً على العتاد المدمج. غير أن الأدبيات لا تزال مجزأة، إذ تُطوّر الحلول بمعزل عن بعضها ونادراً ما تُقارَن ضمن إطار موحد.

تبحث هذه الأطروحة في تطبيق الذكاء الاصطناعي الطرفي (Edge AI) في التقنيات المساعدة للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية. وتُرسِي في البداية الأسس النظرية لهذا المجال، إذ تتناول الذكاء الاصطناعي، والحوسبة الطرفية، والعتاد المدمج، والاستشعار، ورؤية الحاسوب كما تُطبّق في تصميم الأجهزة المساعدة القابلة للارتداء. وانطلاقاً من هذا الإطار، تقدّم الأطروحة مراجعة منهجية لاثني عشر نظاماً مساعداً حديثاً يعمل بالذكاء الاصطناعي الطرفي نُشرت بين عامي 2019 و2026، وتُقارَن بين معمارياتها وقدراتها وحدودها.

وتُحدّد المراجعة عدداً من القيود المتكررة في هذا المجال، ومنها: الاعتماد الكبير على الاتصال بالحوسبة السحابية، وقصر عمر البطارية، وتدني الدقة في ظروف الإضاءة المنخفضة والبيئات المزدحمة، وتشتّت النظام عبر أجهزة متعددة، والغياب شبه التام للدعم متعدد اللغات في المناطق المحرومة من الخدمات مثل شمال إفريقيا.

واستناداً إلى هذه النتائج، يحدّد هذا العمل متطلبات تصميم نظام مساعدٍ موحدٍ قابل للارتداء في المستقبل، وهي: التشغيل دون اتصال بالإنترنت في المقام الأول، ودمج المستشعرات المتعددة الأنماط والتفاعل متعدد اللغات، والتكامل الكامل بين الإدراك والتدقّل والاستجابة للطوارئ ضمن جهاز واحد ميسور التكلفة.

الكلمات المفتاحية: الإعاقة البصرية، الذكاء الاصطناعي الطرفي، الأنظمة المساعدة القابلة للارتداء، كشف الأجسام، الأنظمة المدمجة، دمج المستشعرات، رؤية الحاسوب، التقنية المساعدة المتعددة اللغات.