

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 54767 B1**
- (43) Date de publication : **30.04.2024**
- (51) Cl. internationale : **B07C 5/34; B25J 11/00; B25J 9/00; B25J 11/005; B25J 9/06; B07C 5/34**
-
- (21) N° Dépôt : **54767**
- (22) Date de Dépôt : **27.10.2021**
- (71) Demandeur(s) : **Université Euro Méditerranéenne de Fès UEMF, ROND-POINT BENSOUDA, ROUTE DE MEKNES RN6, 30070 FES (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Hiba Sekkat ; Smail Tigani**
- (74) Mandataire : **BOUNOU SALIM**
-
- (54) Titre : **Système de Tri Intelligent à Base d'Apprentissage par Renforcement Guidé par Vision Artificielle**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une nouvelle conception d'un système de tri de ressources naturelles selon différents contextes. Le système est muni de deux bras manipulateurs programmés par l'apprentissage par renforcement profond placés de part et d'autre d'une table industrielle. Le système en question permet de déterminer les ressources défectueuses des non défectueuses grâce à un système de vision intelligent et peut donc les trier en les plaçant dans les boîtes adéquates.

TITRE DE L'INVENTION

Système de Tri Intelligent à Base d'Apprentissage par Renforcement Guidé par Vision Artificielle

Inventeurs : Hiba Sekkat⁽¹⁾, Smail Tigani⁽¹⁾

Affiliations : ⁽¹⁾Division d'Ingénierie, Centre de Recherche Euromed, Ecole d'Ingénierie Digitale et Intelligence Artificielle, Université Euromed de Fès, Maroc

ABREGE DE L'INVENTION

L'invention concerne une nouvelle conception d'un système de tri de ressources naturelles selon différents contextes. Le système est muni de deux bras manipulateurs programmés par l'apprentissage par renforcement profond placés de part et d'autre d'une table industrielle.

Le système en question permet de déterminer les ressources défectueuses des non défectueuses grâce à un système de vision intelligent et peut donc les trier en les plaçant dans les boîtes adéquates.

Description

[0001] L'objet de notre actuelle innovation porte sur un système de tri de différentes ressources naturelles (défectueuses ou non défectueuses) à l'aide de deux bras manipulateurs autonomes programmés par apprentissage par renforcement profond.

[0002] Les applications de tri sont traditionnellement effectuées par des systèmes non autonomes ou semi-autonomes, ce qui peut consommer une période de temps assez importante et requérir une attention supplémentaire de la part de leurs homologues humains.

[0003] Le dispositif selon l'invention permet de remédier cette importunité vue que c'est un assemblage complètement autonome avec un model très bien entraîné pour minimiser le temps de tri et éviter la quasi-totalité des erreurs possibles sans avoir recours à l'aide humaine. [0004] Tout système industriel a besoin d'un emplacement pour réaliser la tâche fixée. Dans notre cas, l'emplacement est une table industrielle muni d'un espace de tri où se trouve notre matière première à trier.

[0005] Pour effectuer cette opération de tri, deux bras manipulateur sont placés de part et d'autre de la table de sorte à ce que tout l'espace de tri puisse être atteint.

[0006] Chacun de ces bras est équipée d'une boîte à côté où le bras peut déposer les produits défectueux.

[0007] Une fois que tout le produit intrant est traité, les deux pieds à droite de la table construit sous forme de vérins s'élèvent pour déverser le produit final non défectueux dans la boîte correspondante.

[0008] Ceci dit, notre système de tri a essentiellement besoin de bras manipulateurs. Nos bras manipulateurs sont des bras intelligents programmés par apprentissage par renforcement profond.

[0009] Afin que les bras puissent déterminer les produits défectueux des non défectueux, deux caméras sont placés au-dessus de l'espace de tri le divisant en deux pour transmettre les informations de chaque espace au bras adéquat.

[0010] Grâce à ces indications, les bras sont capables d'atteindre les articles en question, les saisir et les mettre dans la boîte de produits défectueux grâce au model entraîné par apprentissage par renforcement profond et plus précisément par la méthode du gradient de politique déterministe profonde.

[0011] La table industrielle est caractérisée par un espace de tri où le produit intrant non trié prend place. Cette espace de tri est sécurisée par un rebord de 1mm pour éviter tout déversement du produit. Deux emplacements pour les bras manipulateurs. Deux boîtes de produits défectueux placés chacune à côté de l'emplacement de chaque bras. Une boîte recevant le produit final trié non défectueux. Deux pieds de table sous forme de vérins capables de soulever la table d'une seule partie pour déverser le produit trié dans la boîte adéquate.

[0012] La figure 1 représente une vue isométrique de tout le système de tri : table industrielle et bras.

[0013] La figure 2 représente une vue isométrique de la table industrielle.

[0014] La figure 3 représente la vue de face de la table.

[0015] La figure 4 représente la vue de dessus de la table.

[0016] La figure 5 représente la vue de droite de la table.

[0017] La figure 6 représente une vue isométrique du bras manipulateur.

[0018] La figure 7 représente la vue de face du bras.

[0019] La figure 8 représente la vue de dessus du bras.

[0020] La figure 9 représente la vue de droite du bras.

[0021] Le prototype pourrait faire l'objet d'une startup commercialisant la solution et poursuivant le travail de R&D pour une amélioration continue du produit ou l'ajout d'autres facteurs de performance tels que la performance d'entrée, l'efficacité, la précision et la sécurité.

Revendications

1. Dispositif industriel décrit à la figure 1, correspondant à un système de tri adapté à toute sorte d'intrant. L'amélioration comprend un système muni d'une table industrielle automatisée où s'effectue l'opération de tri, doté de deux systèmes intelligents complémentaires. Un système de vision intelligent basé sur l'apprentissage profond chargé de la classification et le tri, et dont les données sont transmises aux bras robotisés. Ces deux bras robotisés artificiellement intelligents, par apprentissage par renforcement profond, procèdent à la saisie de toute sorte d'intrants classifiés par le système de vision. Le système est adaptatif selon le besoin du produit initial à trier et est intégralement autonome.
2. Dispositif industriel selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite table industrielle automatisée à entrée unique dédiée à l'accès du ressource entrante à l'espace de tri sécurisé par un rebord de 1mm pour éviter tout déversement du produit. Cette table industrielle correspond à la figure 2 en vue isométrique, et aux figures 3,4 et 5 en vues de face, de dessus et de droite, respectivement. La table industrielle contient deux emplacements pour les bras manipulateurs, artificiellement intelligents, munis chacun d'une boîte dédiée à la réception des produits défectueux triés. Une fois le tri finalisé, le système de vision intelligent détecte l'absence de tout produit défectueux et donc la validité du produit final. Les données de ce système de vision sont transmises à la table industrielle qui, à son tour, active le fonctionnement des deux pieds de la table situés à l'autre extrémité de l'emplacement de la boîte recevant le produit final. Les deux pieds de table sont sous forme de vérins capable de soulever la table d'une seule partie pour déverser le produit trié dans la boîte adéquate. Cette particularité apportée par cette table industrielle permet non seulement, d'optimiser le temps mais aussi, d'omettre toute intervention humaine.
3. Dispositif industriel selon la revendication 1 et 2, caractérisé en ce que ledit système de vision intelligent est composé de deux caméras placées au-dessus de l'espace de tri le divisant en deux pour transmettre les informations de chaque espace au bras artificiellement intelligent adéquat. Ce système de vision est capable de déterminer et localiser, en temps réel, les ressources défectueuses des non défectueuses, en mouvement ou non, que ce soit dans un environnement 2D ou 3D, selon les données entraînées.

4. Dispositif industriel selon la revendication 1 et 3, caractérisé en ce que lesdits bras manipulateurs artificiellement intelligents sont disposés aux emplacements des bras schématisés à la fig. 2. Ces bras sont des bras intelligents programmés par apprentissage par renforcement profond placés de part et d'autre de la table industrielle de sorte à ce que tout l'espace de tri puisse être atteint. Comme détaillé à la fig. 6, le bras est conçu de tel sorte à ressembler à un bras humain et est composé de 6 parties majeurs : la base, l'épaule, le bras inférieur, le bras supérieur, le poignet et la pince. Chacune de ces parties est capable de réaliser différentes motions, la base permet la rotation du bras, l'épaule et le bras inférieur peuvent réaliser des mouvements avant/arrière, le poignet et le bras supérieur peuvent effectuer des mouvement de lever/baisser en plus des mouvements de rotation. Et le pince permet d'appliquer la fonction de saisie. Tous ces éléments sont schématisés selon différentes vues. Les figures 7,8 et 9 représentent, respectivement, les vues de face, de dessus et de droite du bras manipulateurs. Grâce aux indications apportées par le système de vision intelligent, les bras sont capables d'adapter leurs joints en temps réel tout en approchant les articles en question, mobiles ou immobiles, les atteindre, les saisir et les mettre dans la boîte de produits défectueux grâce au model entraîné par apprentissage par renforcement profond. Les bras robotisés saisissent les produits en question simultanément avec le tri effectué par le système de vision intelligent

Figures

Fig. 1.

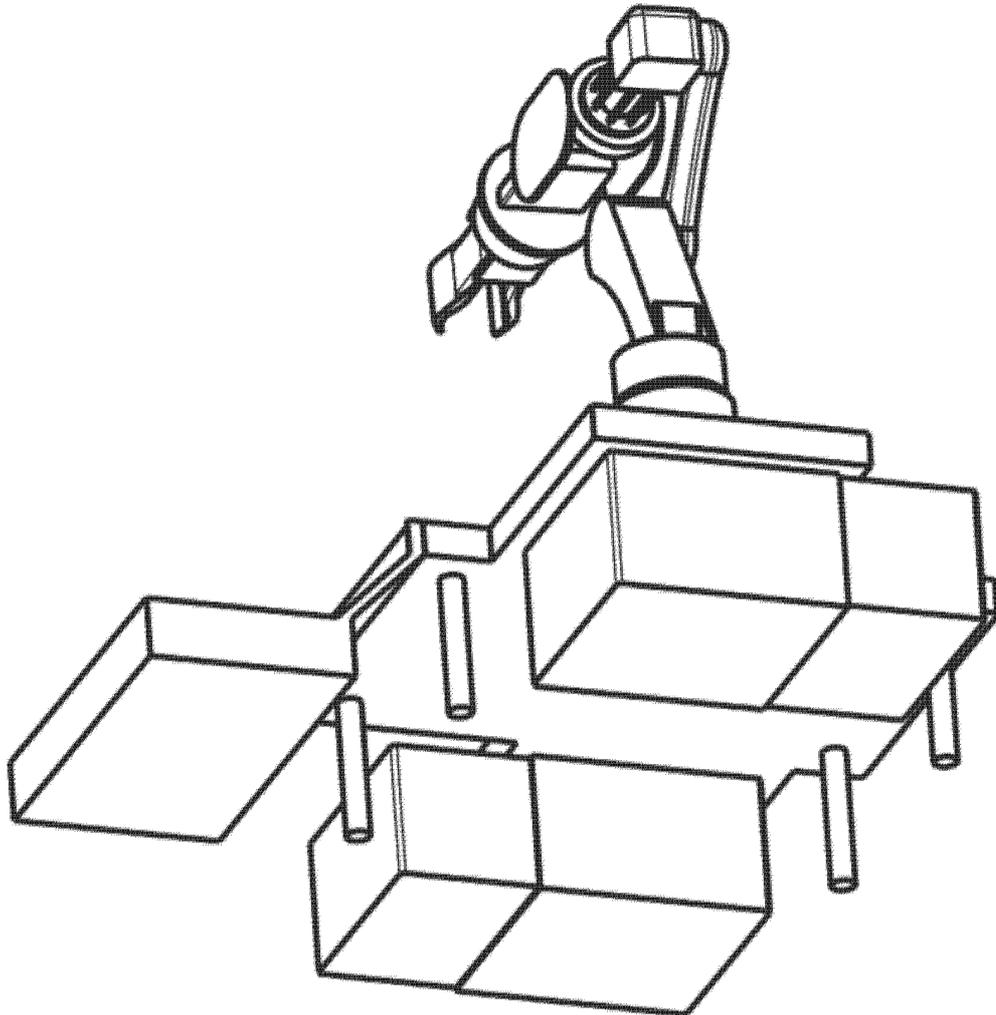


Fig. 2.

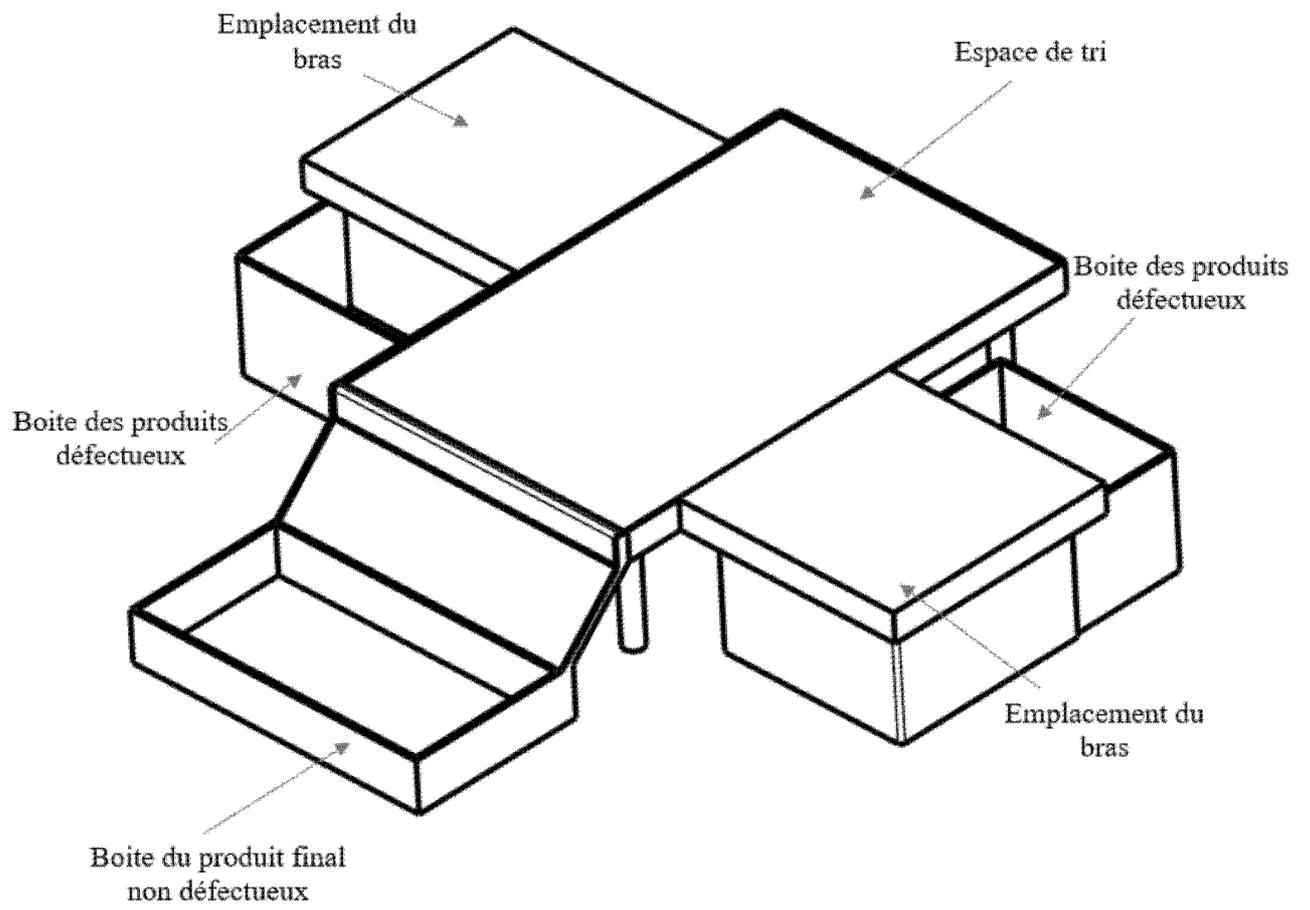


Fig. 3.

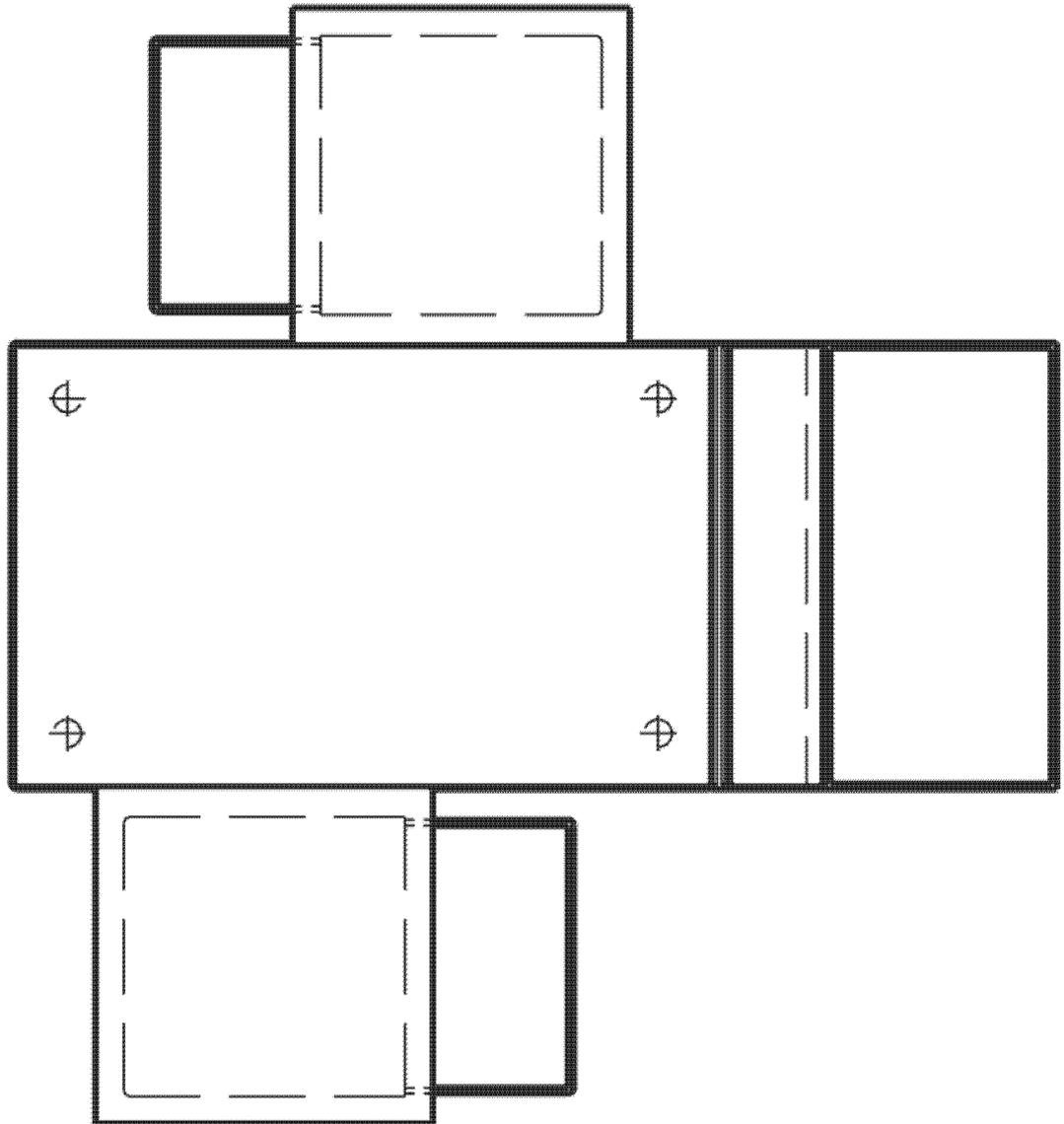


Fig. 4.

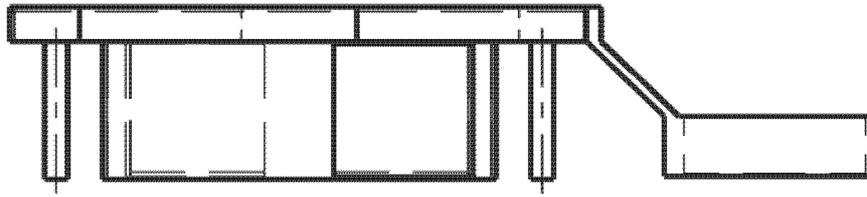


Fig. 5.

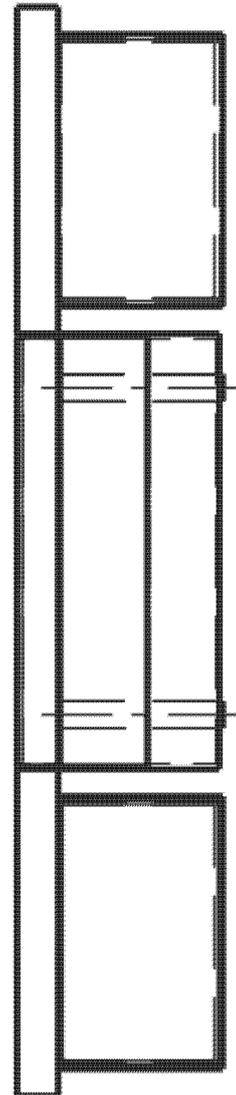


Fig. 6.

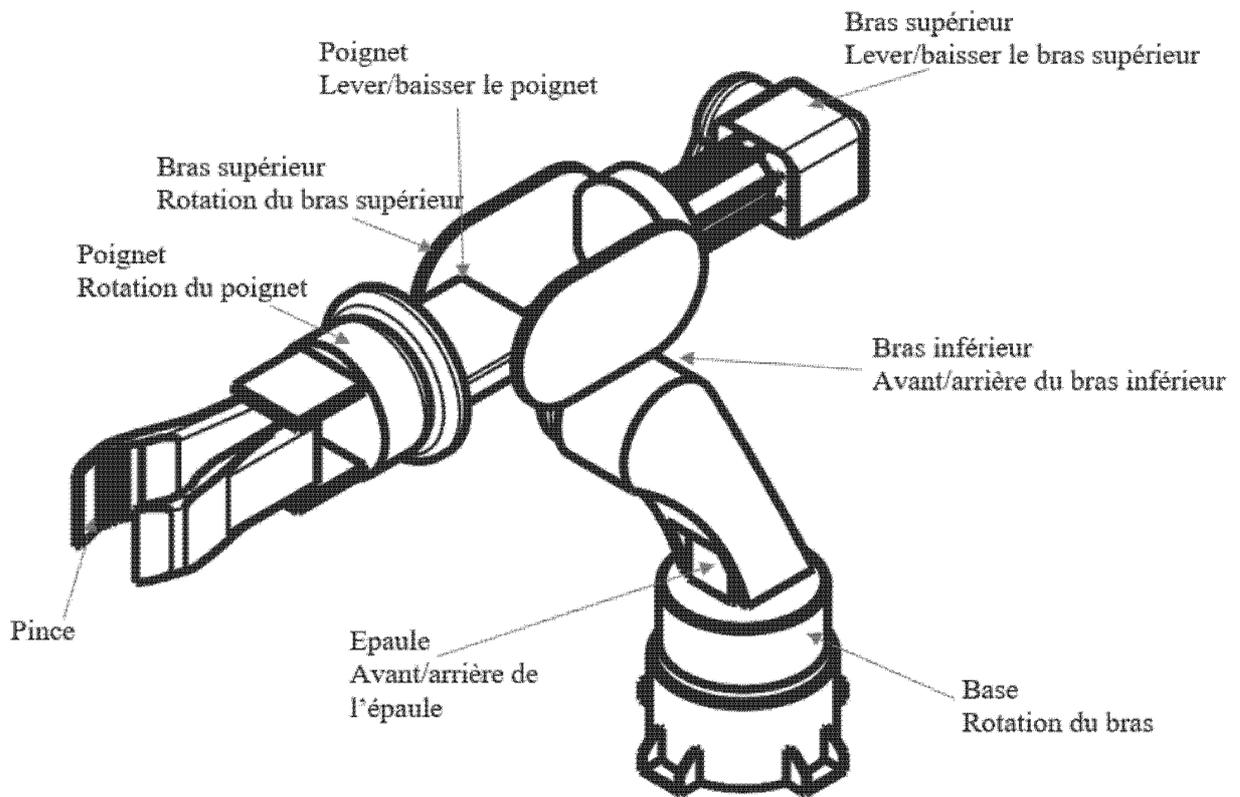


Fig. 7.

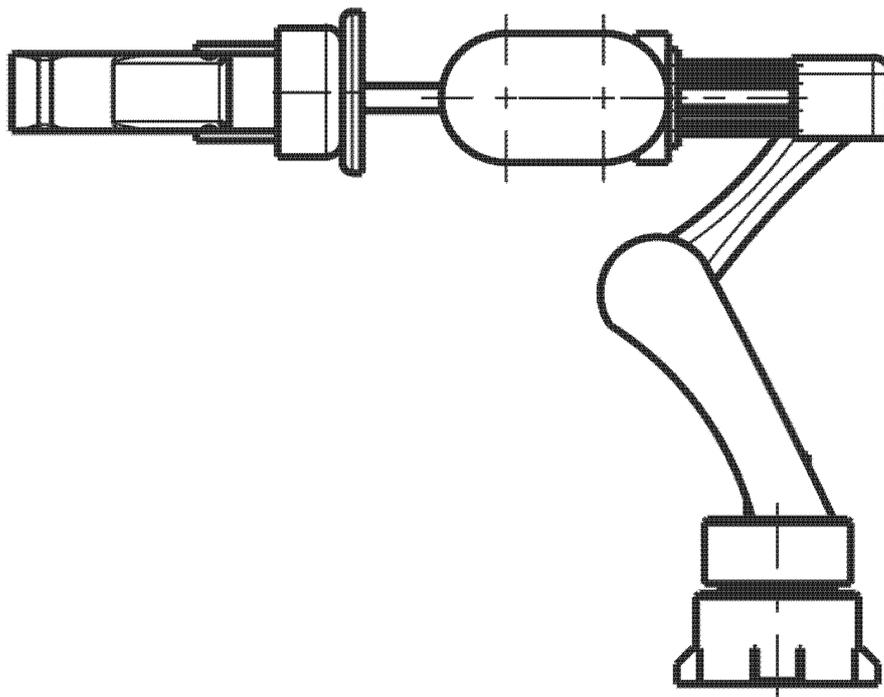


Fig. 8.

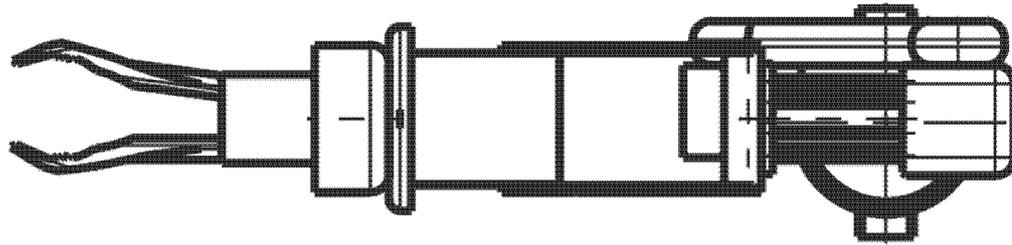
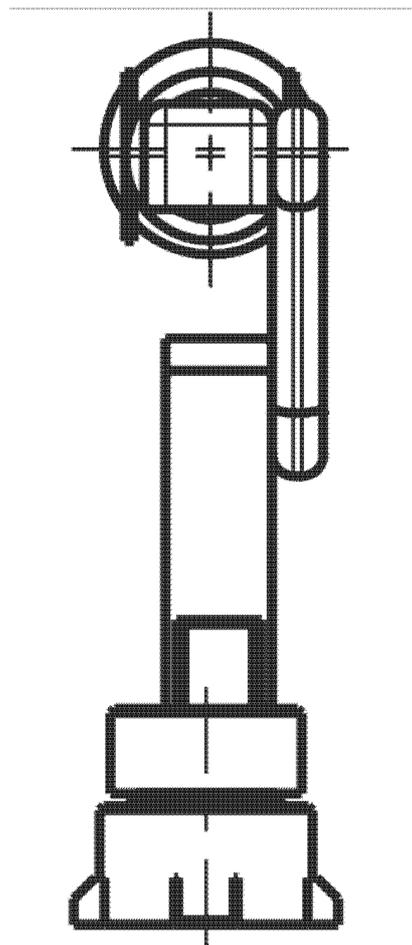


Fig. 9.



**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR
LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 54767	Date de dépôt : 27/10/2021
Déposant : Université Euro Méditerranéenne de Fès UEMF	
Intitulé de l'invention : Système de Tri Intelligent à Base d'Apprentissage par Renforcement Guidé par Vision Artificielle	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : B25J9/00, B07C5/34, B25J11/00 CPC : B25J 9/1697, B25J9/06, B07C5/34, B25J11/005	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur : N. BENZOHRRA	Date d'établissement du rapport : 13/10/2023
Téléphone : (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
 - Revendications
1-4
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
 - Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 3 : Remarques de clarté**

La revendication 1 n'est pas conforme aux dispositions de l'article 9 du décret d'application de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, la revendication doit être rédigée en deux parties, la première consistant en un préambule indiquant la désignation de l'objet de l'invention, et la seconde (la partie caractérisante) précédée des expressions « caractérisé en » ou « caractérisé par », ou « l'amélioration comprend » ou d'une formule analogue, consistant en une indication des caractéristiques pour lesquelles la protection est demandée.

Les revendications 1,2 et 4 contiennent des références aux dessins. En vertu de l'article 10 du décret d'application de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, les revendications ne doivent pas comporter de telles références, à moins qu'un tel renvoi ne soit nécessaire à l'intelligence de la revendication ou qu'il ne contribue à la clarté ou à la concision de celle-ci.

Pour faciliter la compréhension des revendications, il convient de faire suivre les caractéristiques des revendications par des numéros de référence, mis entre parenthèses, et ce dans le préambule comme dans la partie caractérisante.

- Remarques de clarté

La présente demande ne satisfait pas aux exigences de l'article 34 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, La description de l'invention doit exposer l'invention d'une façon suffisamment claire et complète en divulguant des informations suffisantes permettant à un homme du métier, sans expérimentation excessive, d'exécuter l'invention connue de l'inventeur à la date du dépôt.

Les revendications 1-4 ne satisfait pas aux exigences de l'article 9 du décret d'application de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, le préambule doit indiquer la désignation de l'objet de l'invention et les caractéristiques techniques qui sont nécessaires à la définition des éléments revendiqués mais qui, combinées entre elles, font partie de l'état de la technique.

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants :

D1 : WO2016102821A

1. Nouveauté

1.1- Aucun des documents de l'état de la technique trouvés ne divulgue un dispositif industriel correspondant à un système de tri adapté à toute sorte d'intrant comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques de la revendication indépendantes 1. D'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, les revendications dépendantes 2-4 sont aussi nouvelles.

2. Activité inventive

2.1- Le document D1 (les références entre parenthèses s'appliquent au document D1) est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1. Dans la mesure où cette revendication est compréhensible, le document concerné en expose les caractéristiques suivantes :

Un dispositif industriel correspondant à un système de tri adapté à toute sorte d'intrant comprenant une table industrielle où s'effectue l'opération de tri, deux bras (6D) robotisés autonomes chargés du tri, et un système de vision (6F) intelligent chargé de la transmission des données aux bras (6D).

L'objet de la revendication 1 diffère de dispositif connu de D1 en ce que le système de vision intelligent et les deux bras robotisés sont basés sur l'apprentissage par renforcement profond.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme assurer l'autonomie du système.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier à parvenir à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de ladite revendication implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.2- Les revendications dépendantes 2-4, telles qu'interprétées, satisfont également aux exigences de l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.