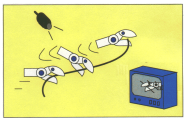
Facultés de Technologies Industrielles (TIN),
et Formation En Emploi (FEE)
Filières microtechniques et électronique et automatisation industrielle (MI et EAI)
LaRA - Laboratoire de Robotique et Automatisation

ROBOTIQUE ET AUTOMATISATION INDUSTRIELLES



Jean-Daniel Dessimoz

4.1 Automatisation d'une opération de production

HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch
Institut d'Automatisation Industrielle LaRA Laboratoire de Robotique et Automatisation
Hes·so Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

Cours de Robotique et Automatisation

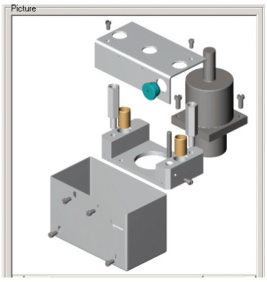
1. Concepts généraux
2. Cinématique
3. Commande
4. **Chapitres choisis**

Jean-Daniel Dessimoz
HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIERIE ET DE GESTION DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch
Institut d'Automatisation Industrielle LaRA Laboratoire de Robotique et Automatisation
Hes·so Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

TECHNIQUES "AVANCÉES" D'AUTOMATISATION

4.1 Automatisation d'une opération de production
4.2 Conception de la mécanique d'un bras manipulateur
4.3 Sens tactile (capteurs de force et de moments)
4.4 Vision par ordinateur
4.5 Modélisation géométrique tridimensionnelle
4.6 Méthodes de l'intelligence artificielle pour la génération de plans d'action

4.1 Automatisation d'une opération de production et cas de l'assemblage



4.1 Automatisation d'une opération de production

1. **Introduction**
2. **Marche à suivre pour automatiser une application**
3. **Problématique de l'assemblage**
4. **Conception en vue d'assemblage automatisé**
5. **Particularités de la robotique pour l'assemblage**
6. **Méthodes d'analyse en assemblage**
7. **Conclusion**

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. **Introduction**
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. Problématique de l'assemblage
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. Conclusion

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. **Marche à suivre pour automatiser une application**
3. Problématique de l'assemblage
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. Conclusion

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2.1 Vue d'ensemble

Etapes pour l'automatisation d'un poste de travail

1 Description de l'application dans son état actuel, solutions existantes, cahier des charges
2 Etude de faisabilité de l'application automatisée (crayon et papier)
3 Analyse financière grossière (à 30 % près)
4 Etude prototype (essais en laboratoire, feedback de l'utilisateur)
5 Analyse financière formelle (à 10 % près)
6 Développement de l'application pour la production
7 Tests et mise au point
8 Installation finale
9 Service de l'application en production
10 Gestion de fin de vie, recyclage au sens du développement durable

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2.2 Description de l'application dans son état actuel

- Visiter le poste actuel de production. Si possible, prendre des photos et des enregistrements vidéo
- Examiner les plans de production, les statistiques de rebuts, les commandes de fournitures
- Parler avec les opérateurs, les chefs d'atelier, le constructeur et le spécialistes du bureau des méthodes qui a réalisé le poste.
- Rassembler les informations selon diapo suivante

2.2 Description de l'application

Informations à rassembler :

- Description du procédé actuel
- Opérations amont et aval
- Description des composants (masse, matériau, dimensions...)
- Nombre d'opérations
- Flux de pièces
- Volumes de production (par heure, par jour, et pour l'ensemble du programme)
- Origine des pièces, et mode de livraison
- Temps de cycle par opération
- Temps de lancement ou de changement de lot
- Courbe d'apprentissage du personnel
- Quantité de main d'oeuvre par poste
- Nombre de postes similaires
- Caractéristiques d'ambiance (environnement dangereux ou inconfortable pour l'opérateur)
- Pollutions éventuelles (bruit, fumées, corrosion, humidité, poussières, liquides, copeaux...)
- Finitions
- Opérations de contrôle de qualité
- Tests réalisés
- Historique des problèmes rencontrés

=> Etablir le cahier des charges (responsabilités: 50% mandants; 50% mandataires)

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)

Contenu

A Connaissances métier. Exemples:
- Survol des caractéristiques d'un robot
- Fonctions possibles d'un préhenseur

B Eléments courants de solutions en automatisation

C Méthodes générales pour stimuler de nouvelles idées

A1 Survol des caractéristiques d'un robot

- Degrés de liberté
- Architecture (configuration des divers ddl)
- Volumes de travail (occupé, utile)
- Vitesse
- Accélération
- Précision
- Fidélité
- Mode de programmation
- Types de trajectoires (axes coordonnés, traj. continue, etc.)
- Mode de calibration
- Types d'actionneurs
- Types de capteurs
- Données accessoires (dispositifs de sécurité, entretien, MTBF, SAV, prix, ...)

A2 Fonctions possibles d'un préhenseur

- Stabilité de la prise
- Contraintes maximales admissibles sur l'objet
- Complexité de la commande
- Contraintes mécaniques pour réduire les incertitudes de position et d'orientation
- Capacité d'absorption des chocs et des surcharges
- Capteurs incorporés:
- Détection de proximité ou de présence des objets
- Position d'éléments internes (par ex. ouverture d'une pince)
- Forces et moments
- Peau artificielle
- Multiplicité de la prise (réduction des mouvements et temps de cycle)
- Poids et dimensions
- Possibilité de réorientation de l'objet manipulé

B Eléments courants de solutions en automatisation

- Remettre en cause la conception des éléments
- Acheter les solutions standard
- S'accommoder des incertitudes de positionnement
- Choisir la technologie suivant la com-plexité de la tâche
- Tirer le maximum des ressources engagées
- Soigner la flexibilité
- Définir les positions de façon simple et naturelle
- Optimiser le critère crucial
- Analyser l'effet des changements d'échelle
- Préférer les procédés "parallèles" de fabrication

C Méthodes générales pour stimuler de nouvelles idées

- Brainstorming (remue-méninges, brainwriting)

  intuition, pas de filtre rationnel

- Structurer les idées obtenues (listes, tableaux et matrices)
  apparition de nouvelles idées, nouvelles combinaisons logiques à considérer

- TRIZ? (matrice « principes physiques déterminants » – « types de solutions selon brevets »)
  identification des principes physiques déterminants généralement peu évidente

D Cas de l'assemblage

Pour le cas de l'assemblage, cette deuxième étape (Etude de faisabilité de l'application; « crayon et papier ») peut gagner à intégrer les éléments B à F de la méthode IMT présentée en Section 6

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2. Marche à suivre pour automatiser une application

2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)

- **Tester les points incertains**
- **Obtenir un premier feedback de l'utilisateur autant que possible**

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. **Problématique de l'assemblage**
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. Conclusion

3. Problématique de l'assemblage

3.1 Introduction
3.2 Difficultés particulières de l'assemblage
3.3 Eléments de solution adaptés à l'assemblage
3.4 Conclusion

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. Problématique de l'assemblage
4. **Conception en vue d'assemblage automatisé**
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. Conclusion

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. Problématique de l'assemblage
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. **Particularités de la robotique pour l'assemblage**
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. Conclusion

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. Problématique de l'assemblage
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. **Méthodes d'analyse en assemblage**
7. Conclusion

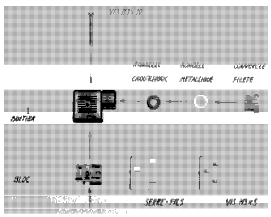
6. Méthodes d'analyse en assemblage Cas IMT (1 de 5)

(A- Spécifications de départ)
B- Définition de la gamme des opérations
C- Définition des ressources par opération
D- Définition du temps de cycle technique
E- Implantation théorique
F- Evaluation de l'efficacité
(G- Optimisation par simulation)
(H- Choix économique)

Tableau Elaboration d'un projet, selon la méthode IMT. Trois éléments sont mis ici entre parenthèses car ils feraient double usage avec la méthode LaRA-IBM-Plus présentée en Section 2

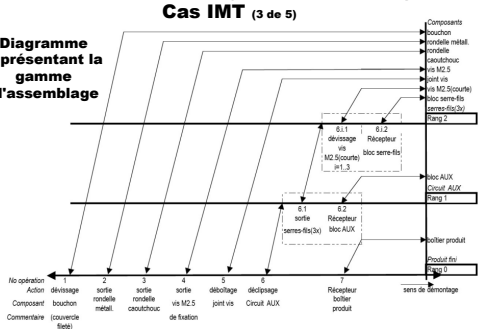
6. Méthodes d'analyse en assemblage Cas IMT (2 de 5)

Exemple de produit qu'il faut assembler



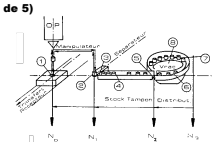
6. Méthodes d'analyse en assemblage Cas IMT (3 de 5)

Diagramme représentant la gamme d'assemblage



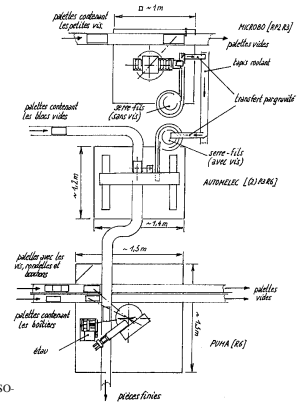
6. Méthodes d'analyse en assemblage Cas IMT (4 de 5)

Description des opérations du diagramme représentant la gamme d'assemblage



Opération	Type	objet	source	destination	préhenseur	moyen	temps p. op. tp (s)	Mentions pour 20 p.	temps p. lieu p. (s)	Commentaires
7	transfert	Plateau vide pour él. sous pression								
6	transfert	pression	étagères-Pal Vides	ZA82	F-P-Palette	robot	10	1	10	
5	transfert	Plateau plein de bras nus	pile2	ZA81	F-P-Palette	robot	3.5	1	3.5	
5 20x	Bras sous pression									
5.5	transfert	posage	étagères-posages	TableTourn.	F-P-PosageBras	robot	3.5	20	70	
5.4	transfert	Bras-nu	ZA81	TableTourn.	F-P-Bras	robot	6	20	120	
72x20										indexation table tournante 72x
5.3	dépôt	colle	Distrib. Colle	Table tournante	F-P-Colle	robot	1	1440	1440	72x20
	contrôle	colle	indexation table	indexation table	-(caméra)	table tourn.	1	1440	1440	72x20
5.2	transfert	bille	Bol-bille	Vision1	F-P-bille	robot	2	1440	2880	72x20

6. Méthodes d'analyse en assemblage Cas IMT (5 de 5)



4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
3. Problématique de l'assemblage
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
6. Méthodes d'analyse en assemblage
7. **Conclusion**

4.1 Automatisation d'une opération de production

1. Introduction
2. Marche à suivre pour automatiser une application
2.1 Vue d'ensemble
2.2 Description de l'application dans son état actuel
2.3 Etude de faisabilité de l'application (crayon et papier)
2.4 Analyse financière grossière (à 30 % près)
2.5 Etude prototype (essais en laboratoire)
3. Problématique de l'assemblage
3.1 Introduction
3.2 Difficultés particulières de l'assemblage
3.3 Eléments de solution adaptés à l'assemblage
3.4 Conclusion
4. Conception en vue d'assemblage automatisé
4.1 Nécessité de l'assemblage
4.2 Conception des pièces
4.3 Récapitulation
4.4 Exemple de conception en vue de l'assemblage automatisé: la technique CMS
5. Particularités de la robotique pour l'assemblage
5.1 Impact de la robotique sur l'assemblage
5.2 Impact de l'assemblage sur la robotique
5.3 Exemples de classes d'application
6. Méthodes d'analyse en assemblage
6.1 Bases théoriques de l'assemblage
6.2 Génération automatique des gammes d'assemblage
7. Conclusion