
La robotique durable



Jean Vareille

Salaheddine Zerkane

La robotique durable s'intéresse à la conception et au développement de robots durables qui respectent l'environnement. Cette discipline assume ses premiers pas dans un monde inondé par l'augmentation de la consommation des ressources environnementales et des déchets vers un environnement affaibli par l'industrialisation de masse de notre époque. De ce fait, la robotique durable se présente comme une solution pour faire face à ces enjeux en robotique.

Dans cette perspective, nous avons développé le méta modèle SuRo (*Sustainable Robotics*) pour la robotique durable. SuRo est une solution d'ingénierie dirigée par les modèles, qui a été conçue en intégrant les principes de la robotique, du génie logiciel et du développement durable. Il présente une première contribution dans ce domaine et une solution potentielle qui permet aux décideurs de faire des simulations de scénarios afin de choisir les configurations les plus durables. Le méta modèle SuRo a été proposé en se basant sur une analyse du domaine qui nous a permis d'étudier, de spécifier et de rassembler tous ses concepts. Pour son développement nous avons utilisé Eclipse Ecore qui est basé sur les notions de la MDA et qui permet de générer des squelettes de code en Java.

Mots clefs: Robotique, Génie Logicielle, Ingénierie dirigée par les modèles, Développement durable, MDA.

Sustainable robotics emphasizes on designing and developing sustainable environmentally friendly robots. This branch of knowledge assumes its first steps into a world, flooded by the increase of environmental resources consumption and waste in an environment, already declining, because of the actual mass industrialization. Thus, sustainable robotics comes as a solution to deal with these issues in robotics.

In this scope, we've developed the meta-model SuRo for sustainable robotics. SuRo is a based model driven engineering solution, which has been designed by incorporating the principles of robotics, software engineering and sustainable development. It is a first endeavour in this field and a potential answer for decision makers to perform simulations of scenarios, in order to choose the most sustainable configurations. The meta-model SuRo was proposed based on an analysis of the field. This has allowed us to study, to specify and to assemble all its concepts. For its development we used Eclipse Ecore, a framework based on the concepts of MDA to generate Java skeleton code.

Keywords: Robotics, Software Engineering, Model Driven Engineering, Sustainable Development, MDA.

Enquête sur la robotique durable en France

Nous avons effectué une enquête sur les pratiques environnementales des 33 plus grands industriels français en robotique (voir le tableau 1 pour la liste des entreprises évaluées). L'enquête comprend 19 questions, classées en deux catégories: informations générales et développement durable. Parmi ces questions, nous avons voulu savoir si les principes d'écoconception sont intégrés dans la phase de conception du robot, si les impacts du logiciel sont pris en compte, s'il y a des efforts de réduction de sa consommation énergétique, quelles sont les directives environnementales que les entreprises respectent, etc. (voir dans l'annexe pour la liste complète des questions du sondage). L'enquête a été créée en utilisant l'outil de sondage en ligne *Lime Survey* via le portail de l'UBO. Nous l'avons envoyée aux contacts principaux des 33 entreprises, en mettant en place un intervalle d'un mois (entre Février 2014 et Mars 2014), pour recevoir les réponses. Après la fin de l'intervalle, l'enquête a été fermée et nous avons extrait les données dans un fichier MS Excel.

Abankos	Aldebaran-Robotics	Awa Bot	BAsystemes	CEA-LIST	CRIF
Delair-Tech	Deltadrone	Eca-robotics	EdF-Intra	Effistore	EOS innovation
Zodiac-Poolcare	First Class Robotic	Induct-Technology	Irstea	Mécanuméric (Charlyrobot)	Medtech
M-TecksEAC	Novadem	Overdriverobotics	R&D Tech	RB3D	Robopec
Robopolis	Robosoft	Robotswim	Staubli	Tecdron	Tecknisolar
Violet	Vitirover	Wanyrobotic			

Tableau 1: les principales entreprises de robotique en France.

Une seule entreprise a répondu partiellement à l'enquête, trois autres l'ont consultée, sans lui prêter attention, et le reste des entreprises n'ont même pas pris la peine de consulter le sondage. Le taux de participation était d'environ 3% et l'intérêt et de pertinence de l'enquête était d'environ 12%.

La seule entreprise qui a répondu à l'enquête est R & D Tech France. La personne ayant répondu, nous a informé qu'ils interviennent dans le domaine militaire, qu'ils ont une stratégie intégrée de l'environnement, qu'ils sont certifiés ROHS, qu'ils travaillent avec quelques principes d'écoconception afin de réduire la consommation de matières premières et qu'ils utilisent des matériaux recyclables dans leurs robots. Cependant, ils n'évaluent pas les indicateurs environnementaux ni effectuent l'analyse du cycle de vie de ses robots. Ils indiquent qu'ils prennent en considération la modularité, maintenabilité et la fiabilité, au niveau logiciel et matériel et qu'ils ne publient pas les données de fiabilité.

Le questionnaire envoyé est comme suit :

Cette enquête a pour objectif de connaître les pratiques environnementales des compagnies françaises de robotique pour servir dans mon travail de stage sur la conception et le développement de robots durables qui a pour objectif de créer un outil qui permettrait d'améliorer les performances environnementales des robots. Nous vous remercions pour votre collaboration.

Informations générales

Q1. Quel est le nom de votre entreprise?

Q2. Dans quels domaines interviennent les robots que vous construisez?

Q3. Avez-vous une stratégie environnementale intégrée dans votre compagnie?

Oui Non

Q4. Quelles directives et normes environnementales sont prises en considération?

- ROHS
- DEEE
- ISO 140XX
- EPEAT
- Autres

Développement durable

Q5. Utilisez-vous les principes d'écoconception pour la conception des robots?

Oui Non

Q6. Quels aspects d'écoconception sont pris en considération?

- Réduction de la consommation d'énergie
- Réduction de la consommation de matières premières

- Réduction des émissions dans l'environnement
- Optimisation de la durabilité
- Autres

Q7. Quelles propriétés environnementales ont les produits composants vos robots?

- Recyclés
- Recyclables
- Naturels
- Biodégradables
- Réutilisables
- Renouvelables
- Peu consommateurs d'énergie
- Autres

Q8. Estimez-vous les impacts environnementaux des robots?

- Oui Non

Q9. A quel niveau le faites-vous?

- Matériel
- Logiciel
- Matériel et Logiciel

Q10. Utilisez-vous l'ACV (L'analyse de cycle de vie)?

- Oui Non

Q11. Prenez-vous en compte l'ACV du logiciel?

- Oui Non

Q12. Si vous le faite, quelles sont les contraintes de la couche logicielle prises en considération?

Q13. Quels indicateurs de performances environnementales utilisez-vous?

- Indicateurs de l'ISO 14040
- Ecoindicator
- Recipe
- Autres

Q14. Quels outils logiciels utilisez-vous pour améliorer les performances environnementales des robots?

Q15. Vos robots sont modulaires au niveau:

- Matériel
- Logiciel
- Matériel et Logiciel
- Non

Q16. Vos robots sont maintenables au niveau:

- Matériel
- Logiciel
- Matériel et Logiciel
- Non

Q17. A quels niveaux Intégrez-vous la fiabilité?

- Matériel
- Logiciel
- Matériel et Logiciel
- Non

Q18. Publiez-vous les données de fiabilité?

- Oui Non

Q19. Ou se trouvent ces publications?