

Domaine	: Electronique, optoélectronique, robotique, micro-systèmes
Document	: Dépêche
Titre	: La robotique domestique, humanoïde et zoomorphe au Japon
Auteur	: Alexandre Blin
Date	: 09 octobre 2002
Contact SST	: François Brown de Colstoun, colstoun@rosenet.ne.jp
Numéro	: 2002/STIC/26

Mots-clefs	: Robotique domestique, robot humanoïde, robot zoomorphe.
Résumé	<p>: Un grand nombre d'entreprises japonaises se sont lancées dans le développement de robots à usage domestique. Ces robots domestiques, souvent de forme humanoïde ou zoomorphe, ont pour fonction de réaliser plusieurs tâches dans un foyer ou un bureau. Le robot domestique aura au Japon un caractère de compagnon.</p> <p>Il peut y avoir de nombreuses applications pour ce nouveau type de robot : jouets, aide aux personnes âgées, aide aux opérations de sauvetage, remplacement de l'homme pour les opérations dangereuses.</p> <p>Les entreprises ont développé leurs projets indépendamment les unes des autres dans un premier temps, mais comme le développement dans ce secteur s'est accéléré nous assistons depuis peu à des regroupements et des alliances de sociétés.</p> <p>Avec l'apparition de robots dans les foyers, la robotique domestique est une ouverture de marchés pour les robots communicants. Le Japon occupe le premier rang en recherche et développement dans ce domaine. L'offre relative aux robots domestiques est en pleine phase d'accélération au Japon, mais malgré les progrès rapides la demande n'est pas aussi importante que prévue. En conséquence, créer de nouvelles demandes est le point clé pour maintenir ce marché au niveau des prévisions : atteindre en 2005 le niveau du marché actuel des robots industriels.</p>



TABLE DES MATIERES

1 Développement et état d'avancement des projets de robotique domestique au Japon.....	4
1.1 Robots humanoïdes, robots bipèdes	5
1.1.1 Honda.....	5
1.1.2 Les robots bipèdes de Sony	6
1.1.3 HRP	7
1.1.4 Kitano Symbiotic Systems Project.....	7
1.1.5 Fujitsu	8
1.1.6 Flower Robotics	9
1.2 Robots de communication	9
1.2.1 Artificial Emotional Creature Project.....	9
1.2.2 ATR.....	10
1.2.3 NEC.....	11
1.2.4 Sega	11
1.2.5 Matsushita	11
1.3 Robots zoomorphes	12
1.3.1 Les robots quadrupèdes de Sony : les séries Aibo	12
1.3.2 Omron	13
1.3.3 Bandai.....	14
1.3.4 Tmsuk et Sanyo Denki.....	14
1.4 Robots spécialisés, à tâche domestique	15
1.4.1 Matsushita/Panasonic	15
1.4.2 Yaskawa et Mitsubishi.....	15
1.4.3 SOK.....	16
1.5 Projets universitaires.....	16
1.5.1 Université de Waseda.....	16
1.5.2 Tokyo Institute of technology.....	17
1.5.3 Quelques autres universités	18
2 Le salon d'exposition Robodex2002 - Tableau des projets en cours.....	18
3 La Robocup 2002.....	20
3.1 Organisation et objectifs.....	20
3.2 Catégories.....	20
3.2.1 Robocup Soccer	20
3.2.1.1 Simulation league.....	20
3.2.1.2 Small size robot league (ou F180)	21



3.2.1.3	Middle size robot league	21
3.2.1.4	Four legged robots league	21
3.2.1.5	Humanoid league	21
3.2.2	Robocup Rescue.....	22
3.2.3	Robocup Junior	22
4	L'exposition Robotrex2002	22
5	Le centre Robosquare de Fukuoka	23
5.1	Objectifs et descriptions	23
5.2	Le rôle du Robot Pino	23
6	ABU Robocon 2002.....	24
6.1	L'association ABU	24
6.2	Thème de la compétition de 2002	24
6.3	Participants à la compétition de 2002	24
6.4	Résultats de la compétition de 2002	27
7	Conclusion	27
8	Sources.....	27
9	Sources internet	28



1 DEVELOPPEMENT ET ETAT D'AVANCEMENT DES PROJETS DE ROBOTIQUE DOMESTIQUE AU JAPON

Un grand nombre d'entreprises japonaises se sont lancées dans le développement de robots à usage domestique. La plupart des projets ont débuté dans les années 1990. Alors que les robots industriels sont programmés pour des tâches répétitives et limitées, ces robots domestiques, souvent de forme humanoïde ou zoomorphe, ont pour fonction de réaliser plusieurs tâches dans un foyer ou un bureau. Les robots domestiques sont équipés de capteurs et d'algorithmes intelligents leur permettant d'analyser le milieu environnant et d'agir en fonction de son évolution : le robot domestique aura un caractère de compagnon et touchera les foyers. En effet la motivation principale des chercheurs japonais en ce qui concerne les robots domestiques est basée sur le mythe d'Atome –ou Astroboy dans sa version Européenne– un petit robot de série animée japonaise¹ qui a marqué la jeunesse des chercheurs actuels. C'est cette amitié robotique que la plupart des japonais attendent des robots domestiques.

Il peut y avoir de nombreuses applications pour ce nouveau type de robot : jouets, aide aux personnes âgées, aide aux opérations de sauvetage lors des tremblements de terre ou des incendies, remplacement de l'homme pour les opérations dangereuses.

Plus de la moitié des grands projets mondiaux de recherche en robotique domestique sont menés au Japon, où nous assistons à un vieillissement de la population. Le marché des produits de la robotique domestique destinés aux personnes âgées sera aussi prometteur que celui destiné aux enfants.

Les entreprises ont développé leurs projets indépendamment les unes des autres dans un premier temps, mais comme le développement dans ce secteur s'est accéléré nous assistons depuis peu à des regroupements et des alliances de sociétés.

Les travaux de recherche sur la marche bipède sont à l'origine des projets de robotique domestique, via la conception de robots humanoïdes. De même, les résultats des travaux de recherches sur les systèmes d'intelligence artificielle et de perception du milieu environnant ont permis le développement de robots de communication humanoïdes, c'est-à-dire réagissant aux situations avec un caractère personnalisé, souvent basé sur leurs expériences précédentes, à l'image de l'être humain. Par la suite la réalisation de robots zoomorphes a accru le marché des jouets intelligents et des robots thérapeutiques. Les progrès technologiques dans les domaines de l'électromécanique robotique ont également permis l'amélioration des systèmes domotiques vers la conception de robots à tâches domestiques spécialisées.

Avec l'apparition de robots dans les foyers, la robotique domestique est une ouverture de marchés pour les robots communicants. Le Japon occupe le premier rang en recherche et développement dans ce domaine. L'offre relative aux robots domestiques est en pleine phase d'accélération au Japon, mais malgré les progrès rapides la demande n'est pas aussi importante que prévue. Si la mode des robots zoomorphes (Sony, Bandai, Omron...) se relâche un peu après les deux premières années, il n'en reste pas moins que le public manifeste toujours un intérêt plus vif pour la robotique domestique au Japon. En conséquence, créer de nouvelles demandes est le point clé pour maintenir ce marché au niveau des prévisions : atteindre en 2005 le niveau du marché actuel des robots industriels.

¹ Atome est un enfant robot, il aide ses amis. L'image d'Atome est souvent reprise pour les salons et expositions de robotique au Japon.

1.1 Robots humanoïdes, robots bipèdes

1.1.1 Honda

Les laboratoires Honda, sous la direction de Y. Hiroyuki, ont démarré en 1986 leurs projets de robots humanoïdes en concentrant leurs recherches sur les facultés de transport et de mobilité offertes par un robot bipède intelligent. Honda a commencé à travailler sur le concept de robot pouvant coexister et coopérer avec des travailleurs humains sur des tâches difficiles, tout en explorant une nouvelle forme de mobilité pour les robots. Ces robots humanoïdes sont capables de marcher et d'effectuer plusieurs mouvements et figures propres aux structures bipèdes dynamiques et statiques. Les fonctions que les robots devront remplir, définies dès le départ pour le concept du déplacement bipède, comprenaient principalement la capacité du système à pouvoir monter et descendre des escaliers et à évoluer dans une pièce encombrée de meubles comme un bureau ou un atelier. Quant aux tâches elles-mêmes, le robot devra accomplir de façon autonome des opérations types sous un environnement et des circonstances connues. Pour les circonstances extraordinaires, le robot sera secondé par un opérateur humain. Après avoir défini le cahier des charges pour le projet, ce qui a nécessité une année, Honda a



Photo - 1
P2

étudié et modélisé la marche bipède pour la reproduire avec un système mécanique. Lorsque le système bipède a été mis au point, Honda a concentré ses efforts sur le reste du corps humanoïde avec P1 en 1993. Ce premier prototype humanoïde était très lourd et imposant. Il a été suivi de P2 en décembre 1996, une version autonome mesurant 1,82 m et pesant 210 kg pouvant porter des objets et pousser un chariot [photos 1 et 2]. Puis en septembre 1997 Honda a créé P3 un modèle mesurant

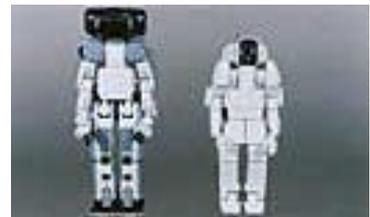
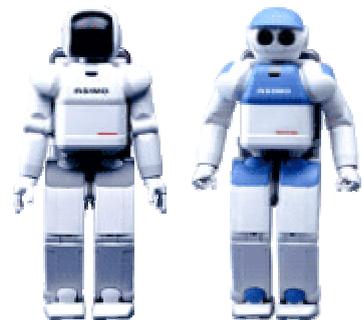


Photo - 2
P2 & P3



Photo - 3
P3

1,60 m et pesant 130 kg [photos 2 et 3]. Le projet aboutit en novembre 2000 à Asimo (Advanced Steep In MObility), plus petit et plus léger, mesurant 1,20 m et pesant 43 kg. Asimo a été présenté² au Robodex de novembre 2000 [photos 4 et 5]. Asimo est une amélioration des humanoïdes précédents, il bénéficie de toutes les innovations technologiques qui ont été faites depuis le début de ce projet, notamment du système i-walk (marche intelligente) qui lui permet de modifier en temps réel et de façon autonome sa trajectoire en fonction du terrain. Asimo dans sa version actuelle est un produit quasiment fini destiné à être commercialisé. Asimo a gagné une popularité mondiale par la médiatisation qu'en a fait Honda. Asimo a fait son apparition pour la première fois en dehors du territoire japonais à l'occasion du 25^{ème} anniversaire de Honda en sonnant l'ouverture de la Bourse de New York le 14 février 2002. Honda propose depuis novembre 2001 un système de location d'Asimo aux entreprises désireuses d'obtenir une certaine image publicitaire de leur société grâce à la popularité du robot bipède, notamment lors d'expositions ou de salons. La location du robot peut se faire sur une période d'un an et comprend les services des opérateurs formés par Honda sur le logiciel de commande du robot. La maintenance du système mécanique est assurée par les ingénieurs de Honda. Depuis le mois de janvier 2002 le Musée National des Sciences



Photos - 4 et 5
Asimo

² Asimo, dont le développement avait été gardé confidentiel, a été présenté, à la surprise générale, juste un jour avant le robot humanoïde de Sony qui avait aussi mené son projet de robot bipède de façon confidentielle (cf. paragraphe 1.1.2).

de l'Ingénieur et des Innovations à Tokyo³ a entrepris de louer les services d'Asimo pour organiser la visite guidée de ses expositions. Asimo est en "formation" dans le musée depuis le mois d'avril 2002 et sera opérationnel prochainement pour guider les visiteurs et commenter les expositions. Honda prévoit de faire évoluer plus avant les caractéristiques d'Asimo dans un avenir proche. Honda compte en particulier développer le système de marche 3D pour lui faire gravir des escaliers ou des rampes. Les mouvements seront rendus plus fluides et le robot aura la possibilité de faire des corrections automatiques pour optimiser les trajectoires de ses membres. L'interface entre le robot et l'opérateur sera également simplifiée.

1.1.2 Les robots bipèdes de Sony

Le Sony Digital Creatures Laboratory Group 2, sous la direction de K. Yoshihiro et D. Toshikata, travaille sur le développement du Robot humanoïde SDR (Sony Dream Robot). Le projet a démarré en 1997 et a été présenté dans sa troisième version en novembre 2000 au salon Robodex [photo 6]. Dans sa version SDR-3X, le robot mesure 50 cm et est déjà capable de marcher. Le SDR-3X est une structure à 24 degrés de liberté pour laquelle chaque liaison est actionnée par un nouveau modèle de servomoteur ISA (Intelligent Servo Actuator). Les ISA sont des servomoteurs miniaturisés développés par Sony, possédant un réducteur de haute qualité et un système de contrôle intégré. Le SDR possède de plus une série de capteurs, dont un système de reconnaissance vocale et visuelle. Le robot peut danser, garder son équilibre sur une planche de surf, se tenir sur un pied, frapper une balle vers un panier en criant shoot ! et bien d'autres mouvements. La nouvelle version SDR-4X du robot humanoïde de Sony a été



Photo – 6
SDR-3X



Photo – 7
SDR-4X

présentée le mardi 20 mars 2002 à travers le monde [photo 7]. Le SDR-4X mesure 58 cm et pèse 6,5 kg. Les fonctions du SDR-3X ont été reprises et améliorées pour le SDR-4X. D'autres fonctions ont également été rajoutées et le SDR-4X peut notamment chanter [photo 8]. Il possède un système de vision 3D constitué de deux caméras numériques (CCD) placées sur la tête. Un système de reconnaissance vocale



Photo – 8
SDR-4X

composé de 7 micros lui permet de comprendre environ 60 000 mots et de reconnaître jusqu'à 10 personnes. Un système de communication par voix de synthèse et phrases enregistrées lui permet de parler. Le programme permettant au robot SDR-3X de marcher sur un terrain accidenté, d'éviter des obstacles, de franchir un escalier, de tirer au ballon, de répondre à un choc et de garder son équilibre a été repris et amélioré pour le SDR-4X. La marche a notamment été rendue plus fluide. Le SDR-4X possède également 5 doigts indépendamment articulés, alors que le SDR-3X n'en possédait que deux, ce qui le rend encore un peu plus humanoïde [photo 9]. La structure à 38 degrés de liberté (28 + 10 pour les doigts) du SDR-4X est contrôlée en temps réel grâce aux informations envoyées par les capteurs au contrôleur. Ce robot sera commercialisé auprès des foyers comme l'a été le robot chien Aibo (cf. paragraphe 1.3.1). Avec la série des robots humanoïdes SDR, Sony souhaite améliorer



Photo – 9
SDR-4X

³ Le Musée National des Sciences de l'Ingénieur et des Innovations (Nippon Kagaku Miraikan) est dirigé par le spationaute japonais Mamoru Mohri. Il a été ouvert en juillet 2001 et expose plusieurs projets scientifiques mondiaux en cours de développement, notamment plusieurs projets de robotique domestique. Le musée est une organisation gouvernementale soutenue par le Ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie.

trois caractéristiques des robots bipèdes : (i) rendre la marche plus fluide et plus aisée, (ii) développer les systèmes de reconnaissance de l'entourage, (iii) développer les systèmes de communication avec le voisinage immédiat du robot.

1.1.3 HRP

Le HRP (Humanoid Robotics Project) est un projet qui regroupe la participation de plusieurs entreprises et organismes. Parrainé par le METI (Ministère de l'Économie et de l'Industrie du Japon)⁴, le HRP est développé principalement sur le site de l'AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) à Tsukuba et par le MSTC (Manufacturing Science & Technology Center). Le HRP se propose de développer l'utilisation de robots humanoïdes pour des applications industrielles. Les travaux du HRP se basent, pour la plus grande partie, sur les résultats obtenus avec les robots bipèdes de Honda. L'idée est d'intégrer des robots humanoïdes dans le milieu industriel au Japon⁵, afin qu'ils puissent travailler en coopération avec les opérateurs humains sur les mêmes lignes de travail.

La société Kawada Kogyo, spécialiste de la fabrication de structures en poutrelles métalliques utilisées pour la fabrication de bâtiments publics et d'ouvrage d'art, a développé pour le HRP un prototype de robot humanoïde de 1,54 m pour 58 kg en comptant le poids des batteries⁶ : le HRP-2P possède une structure à 30 degrés de liberté [photo 10]. Le robot doit son poids plume à la technologie développée par Kawada sur les structures en alliages légers. L'AIST est responsable de l'organisation de ce projet, qui regroupe la participation de plusieurs entreprises : Kawada a apporté la conception de la structure du robot et la conception d'un système de contrôle simple, Yaskawa Electric⁷ a conçu les bras et Shimizu le système visuel. L'AIST a également travaillé avec l'université de Tokyo sur un algorithme permettant au robot de marcher dans un passage étroit ou sur un terrain accidenté. Après avoir présenté ce robot au salon Robodex2002 fin mars 2002, le groupe pense pouvoir proposer le robot sur le marché pour des projets de recherches dans l'année fiscale 2002 (entre avril 2002 et mars 2003).



Photo – 10
HPR-2P

Antérieurement au prototype HRP-2P, le département Aircraft & Mechanical Systems de Kawada avait développé un robot humanoïde, Isamu, en coopération avec le laboratoire Inoue-Inaba de l'université de Tokyo [photo 11]. Ce robot mesure 1,50 m et pèse 55 kg. Il possède une structure à 32 degrés de liberté lui permettant de franchir des passages étroits. Plusieurs capteurs tactiles ont été inclus sur les mains, ce qui lui permet de manipuler des objets relativement lourds –jusqu'à 2 kg– en augmentant la pression de fermeture des mains. Il possède également un système de vision stéréo graphique à deux caméras qui lui permet de reconnaître certains visages humains pré enregistrés.



Photo – 11
isamu

1.1.4 Kitano Symbiotic Systems Project

Dès 1997 le professeur Kitano, chercheur informaticien chez Sony, projetait de concevoir une équipe de robots qui pourrait battre des joueurs humains au football. Ce projet est une étape vers une société où des robots sophistiqués pourraient agir de façon autonome pour aider les humains. Pour concrétiser cette

⁴ Pour ce projet, l'action et le financement du METI se font par l'intermédiaire de l'organisation New Energy & Industrial Technology Development Organisation (NEDO). La NEDO est l'organisme de financement de la recherche industrielle du METI.

⁵ Le parc robotique mondial comprenait 742 000 robots industriels en 1999, dont plus de la moitié au Japon.

⁶ Ce qui représente, en comparaison, moins de la moitié du poids du robot P3 de Honda qui mesure 1,60 m et pèse 130 kg, voir §1.1.1.

⁷ Yaskawa est fabricant de structure de bras robot pour l'industrie.

vision, le professeur Kitano a entrepris de faire collaborer industriels et organismes spécialisés en robotique en réunissant et en unifiant leur savoir-faire technologique. A partir de l'apport financier du

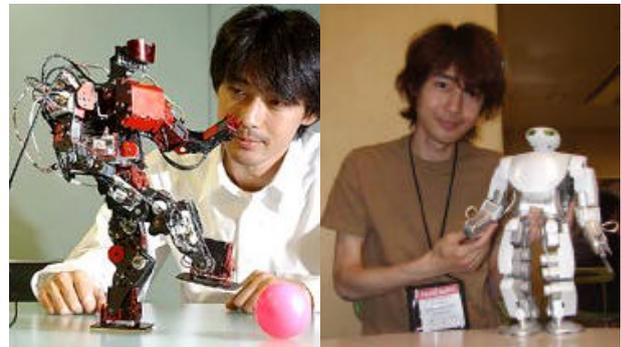


Photo – 12
Pino

programme gouvernemental ERATO, le professeur Kitano a créé le Symbiotic System Project. Ce groupe de recherche a développé le robot humanoïde Pino pouvant simuler la marche bipède [photo 12]. Ce robot mesure 70 cm, ce qui correspond à la taille d'un enfant d'un ou deux ans faisant ses premiers pas. L'origine de son nom provient du pantin Pinocchio dont les concepteurs de Pino ont repris l'image. Pino possède une structure à 26 degrés de liberté lui permettant de garder son équilibre. Ses mouvements sont générés par un programme en langage C possédant des algorithmes de marche et de mouvements prévus pour une telle structure humanoïde. Dans un but de collaboration des recherches en laboratoire, Pino est une plate-forme ouverte : toutes les informations technologiques concernant le robot bipède sont accessibles au public. Déjà 5600 entreprises et organismes ont manifesté leur intérêt pour Pino. En conséquence, les deux sociétés Roland DG Corps. et ZMP Inc. (§5.2) entameront la production sur commande d'exemplaires du robot Pino dès l'été 2002. Une partie de la promotion du robot Pino se fait par l'intermédiaire de la vente de jouets à son effigie distribués par

Tsukuda Original depuis août 2001.

Un deuxième robot bipède, Morph ou Mini Humanoid Robot, plus petit et de comportement plus fluide, est actuellement en phase de développement⁸ [photos 13]. Il aura une taille de 30 cm environ et des actionneurs plus puissants. Pour contrôler ce robot, Murata⁹ a proposé son nouveau système de contrôle sans fil pour les robots humanoïdes, basé sur le standard Bluetooth. Le concept visera trois domaines : développer les efforts de recherche sur la marche bipède robotique, apporter un outil d'aide robotique aux opérations de secours et renforcer le développement des jouets intelligents en améliorant les interfaces de communication humanoïde.



Photos – 13
Morph2 et Morph3

1.1.5 Fujitsu



Photo – 14
HOAP

Sur le même principe que celui de Pino, Fujitsu Automation et Fujitsu Laboratories ont mis au point le robot bipède HOAP (Humanoid for Open Architecture Platform) [photo 14]. Le projet a été finalisé le 10 septembre 2001, HOAP-1 est opérationnel et Fujitsu a débuté la commercialisation de ce système. Ce robot mesure 48 cm et pèse 6 kg, il possède une structure à 22 degrés de liberté. HOAP est destiné au développement des algorithmes de commande de mouvement d'une structure mécanique bipède. La marche humaine est simulée sur un ordinateur personnel sous un environnement LINUX. La simulation peut être visualisée en 3D sur l'ordinateur grâce à une animation sous xwindows. Les caractéristiques mécaniques telles que la masse, l'inertie et les dimensions du robot peuvent être programmées sous LINUX par l'utilisateur et les algorithmes résultant de la simulation sont transmis au robot via un port USB. Le groupe vise les laboratoires de recherche souhaitant développer et tester

⁸ La troisième version du robot a été tout juste mise au point pour l'ouverture de la Robocup le 19 Juin 2002 à Fukuoka.

⁹ Murata est fabricant de composant électronique de haute qualité dont les principales applications se retrouvent en robotique.

leur programme de marche bipède. Le système complet, logiciel de simulation et mini robot, est vendu à 5 millions de yens (environ 43 000 euros).

1.1.6 Flower Robotics

SGI Japan et Flower Robotics¹⁰, sous la direction du designer Tatsuya Matsui, ont proposé récemment un robot humanoïde baptisé Posy basé sur le modèle d'une fillette de 3 ans [photo 15]. La partie technologique du robot est développée par SGI, Flower Robotics s'occupe du design extérieur et de la promotion des robots à image humaine. Ce robot peut être supervisé par un système sans fil : la communication entre l'ordinateur et le robot se faisant par un téléphone mobile. L'idée de Flower Robotics est de faire jouer à Posy le rôle de réceptionniste pour présenter les nouveaux appartements de Chintai et pour guider les visiteurs vers les différentes pièces de l'appartement. Le travail de Flower Robotics ne porte pas sur le développement technologique d'un robot humanoïde mais plus sur le développement du design et de la conception plastique des robots humanoïdes. Le but de T. Matsui est d'intégrer un robot dans un appartement. T. Matsui a déjà gagné plusieurs prix de design pour ses réalisations, notamment pour la réalisation du design de Pino (§1.1.4).



Photo – 15
Posy

1.2 Robots de communication

1.2.1 Artificial Emotional Creature Project

Le Docteur T. Shibata, chercheur au Mechanical Engineering Laboratory (MEL) du Ministère de l'Economie et de l'Industrie (METI), travaille sur le développement de créatures émotionnelles artificielles¹¹. Le but du projet, démarré en septembre 1995, est double. Il s'agit d'étudier les émotions humaines de façon à pouvoir les reproduire artificiellement par un robot humanoïde, mais aussi de développer une méthode thérapeutique utilisant un robot pour stimuler le système émotionnel des patients à l'aide d'un robot. Cette méthode, appelée en l'occurrence robot-thérapie par les médias, se base pour une grande partie sur l'animal-thérapie déjà utilisée par certains psychiatres. Pour tester cette méthode, T. Shibata a mis au point en coopération avec Sankyo Aluminium un robot bébé phoque nommé Paro destiné aux traitements thérapeutiques de personnes ayant des problèmes psychologiques [photos 16]. Lors du traitement thérapeutique de personnes souffrant de troubles psychologiques affectant leur sociabilité, le contact avec un animal de compagnie joue un rôle important. Il arrive cependant que les animaux souffrent de stress à la suite de ces séances. L'hygiène des animaux pose également des problèmes dans les milieux hospitaliers. C'est en partant de ces constats que l'Artificial Emotional Creature Project s'est fixé pour objectif de développer un robot de compagnie destiné à remplacer les animaux vivants pour les séances de thérapies. Au début de ses recherches sur les robots thérapeutiques, le professeur Shibata avait conçu un robot à forme de chat qui est l'animal de compagnie le plus répandu [photos 17]. Si les premiers tests se sont montrés satisfaisants d'un point de vue technologique, les réactions de personnes possédant un chat vivant ont parfois été négatives, notamment en ce qui concerne le contact avec la fourrure. Les différences entre un chat robot et un chat vivant sont trop apparentes pour que la thérapie agisse avec efficacité. En revanche, si beaucoup de personnes connaissent les bébés phoques, très peu en ont déjà vu de vivant et en ont touché. Cette remarque a amené le professeur Shibata et son équipe à choisir l'image du bébé phoque pour Paro la



Photo – 16
Paro



Photo – 17

¹⁰ Avec la participation de la société Chintai pour la promotion d'appartements modernes.

¹¹ Le Docteur Shibata travaille aussi en coopération à l'Institute of Industrial Science de l'Université de Tokyo et avec Omron Corp. (§1.3.2) et Sankyo Aluminium Industry.

seconde version de leur robot. Les résultats obtenus durant le développement du robot chat ont été repris par Omron pour la réalisation de NeKoRo (§1.3.2). Paro a été mis à l'essai pendant 6 mois dans le service de pédiatrie de l'hôpital universitaire de Tsukuba. Au cours de cette période, certains enfants autistes ont commencé à sourire et à parler au contact de Paro. Consécutivement à cette réussite, Paro a été nommé dans le livre Guinness des records en tant que meilleur robot thérapeutique du monde. Paro mesure 60 cm et pèse 3 kg. Le robot peut générer quelques expressions gestuelles en réponse à la voix, telles que bouger le corps, cligner des yeux, ouvrir la bouche. Paro est équipé de capteurs placés dans les yeux, dans la moustache et sous la fourrure. Un capteur de lumière permet de détecter les mouvements dans un environnement proche. Lors de la mise au point de Paro, le professeur Shibata a connu des difficultés technologiques : la conception et le choix des moteurs a été la partie la plus difficile car le système mécanique du robot doit pouvoir endurer des manipulations parfois rudes. Le professeur Shibata souhaite commercialiser Paro avant la fin de 2002. Le coût de fabrication du robot et le prix de certains éléments de contrôle sont encore assez élevés et Paro est trop cher à l'unité pour être acheté par des particuliers. Seuls certains hôpitaux spécialisés seront à même d'acheter Paro dans un premier temps.

1.2.2 ATR

Le laboratoire Media Information Science Laboratories de l'Advanced Telecommunications Research Institute International de Kyoto¹² a développé un système de télécommunication utilisant deux poupées robots comme émetteurs-récepteurs. Le projet est dirigé par le Docteur K. Mase et est développé par K. Saito du Kanazawa Institute of Technology et T. Yonezawa, travaillant en parallèle avec d'autres laboratoires. Ce système est dénommé Entertaining Toy Doll Agents et a été présenté au salon IWEC2002¹³. Les deux robots sont chacun équipés pour une communication bi-directionnelle avec 16 capteurs, une caméra, des haut-parleurs et un micro. Les deux robots sont reliés par une connexion à Internet. Une action sur l'un des deux robots – faire bouger les pattes ou la tête – est transmise au



Photo – 18

deuxième et interprétée par celui-ci. Le système est conçu pour les parents devant résider loin de leurs enfants pour une période longue. L'idée est de proposer une forme de télécommunication plus conviviale pour les enfants qu'un téléphone de type banal. Ce projet est l'une des applications des résultats des recherches effectuées sur les communications humaines, en particulier du projet The Toy Interface Project [photo 18]. Ce système à forme d'ours en peluche, capte et interprète les activités quotidiennes de son utilisateur grâce à ces capteurs audio-visuels.

L'ATR de Kyoto travaille également sur le projet d'un robot de communication semi-humanoïde, Robovie, capable de multiples expressions vocales et gestuelles [photo 19]. Il existe déjà trois versions de Robovie. La troisième version du robot, qui a été présentée au Robodex2002, peut jouer avec les enfants : grâce à ses capteurs sensitifs, il peut décider d'une action en fonction de sa perception du milieu environnant. Il possède également plusieurs phrases enregistrées qu'il utilise quand l'occasion se présente.



子供と同じ目の高さにしやがむ『Robovie-III』

Photo – 19

Robovie III

¹² L'ATR est situé à Kyoto et regroupe plusieurs laboratoires travaillant sur des technologies avancées de communication. En particulier cinq axes de recherches sont développés : traduction de langage parlé, technologies de communication, information humaine, information multi média, étude de l'activité du cerveau.

¹³ International Workshop on Entertainment Computing. Ce salon s'est tenu en mai 2002 à Makuhari, dans la préfecture de Chiba.

1.2.3 NEC

Le Personal Robot Center Laboratory dirigé par Y. Fujita de NEC met au point un robot domestique de communication, le R100, surnommé PaPeRo. Ce projet a démarré en janvier 1997, la deuxième version est disponible depuis le début de 2001 [photo 20]. PaPeRo est toujours en phase de développement et est



Photo – 20
Papero

actuellement testé par 30 familles. Il possède un système de vision constitué de deux caméras avec lequel il est capable de reconnaître plus de 10 personnes : dès que PaPeRo est activé, il recherche une personne à qui parler. Un système de reconnaissance vocale à 4 micros, lui permet de comprendre le langage humain : il comprend 650 phrases. Un autre système lui permet de parler : il peut formuler 3000 mots à partir d'un registre qui est accessible, donc augmentable. Un système de télécommunication et un micro ordinateur sous environnement Windows avec un modem sans fil lui permettent de se connecter à Internet pour recevoir des messages électroniques qu'il remet à la personne concernée et pour rechercher des informations sur Internet : il est possible de lui enseigner de nouvelles actions par transfert de données se trouvant sur Internet. Il peut, par ailleurs, danser, dire l'heure, réveiller, allumer la télévision et il change d'attitude suivant la façon dont on le traite.

Il est aussi possible d'y inclure des systèmes de sécurités résidentiels, des systèmes de contrôle de santé, des services de gardiennage pour les personnes âgées. Par rapport aux autres robots domestiques, PaPeRo semble plus sensible, car il possède un caractère et une personnalité propre et il est parfois délicat de traiter avec lui ce qui le fait un peu plus ressembler à une créature humaine.

1.2.4 Sega

En reprenant la technologie du projet The Toy Interface Project de l'ATR (§1.2.2) et sur le même principe que PaPeRo de NEC (§1.2.3) mais en version plus simplifiée, la branche jouet de Sega a tenté de développer un Toy Therapy Care Bear à la forme d'ours en peluche. Ce robot est destiné aux personnes âgées vivant seules. Il délivre des notes à des moments donnés pour rappeler les actions importantes comme par exemple prendre les médicaments ou annoncer les heures de repos. Il répond quand on lui adresse la parole.

1.2.5 Matsushita

Matsushita, qui a déjà équipé plusieurs maisons de retraite de systèmes domotiques, a mis à l'essai un ours robot parlant dans l'établissement Sincere Kourien à Neyagawa (Osaka). L'animal artificiel est capable de conduire une conversation simple avec une personne âgée, tout en l'enregistrant pour permettre aux infirmières de savoir comment se porte le patient. Le pensionnaire pourra jouer avec le robot qui utilisera un système de reconnaissance vocale pour répondre par des dialogues programmés. Comme le système est relié au réseau téléphonique de la chambre, le robot est aussi capable de prendre des messages téléphoniques de la part des membres de la famille du patient. Les équipements de ces maisons de retraite bénéficient des innovations technologiques de Matsushita en matière de domotique : plusieurs capteurs médicaux conventionnels placés dans la pièce récoltent des informations sur l'état de santé des patients et les envoient aux médecins et infirmières via un réseau informatique sous forme de messages électroniques sur leur ordinateur personnel ou sur leur téléphone cellulaire¹⁴. Le groupe souhaite développer le marché des équipements sophistiqués pour les services de soins des personnes âgées et compte augmenter dès l'automne 2002 le nombre de ses maisons de retraites domotiques en ouvrant 2 ou 3 nouveaux bureaux de surveillance¹⁵ à Tokyo et à Osaka. Actuellement 14 maisons et 2 bureaux de surveillance sont en fonctionnement au Japon, le total de ces établissements sera ainsi porté à 22.

¹⁴ Il s'agit du système e-médical développé par Matsushita.

¹⁵ Les bureaux de surveillance sont reliés aux maisons de retraite.

1.3 Robots zoomorphes

1.3.1 Les robots quadrupèdes de Sony : les séries Aibo

La branche Robot Entertainment Company de Sony, présidée par A. Satoshi, travaille sur le concept du chien robot Aibo (pour Artificial Intelligence roBOT), dont la première génération reprenant l'apparence et le tempérament d'un beagle est apparue en mai 1999 sous l'appellation ERS-111&112 [photo 21]. Après plusieurs années de développement du projet, Sony propose actuellement 3 versions de robots. ERS-210, la seconde génération de Aibo prend l'apparence d'un lionceau [photo 22]. La nouvelle série Latte & Macaron (désigné sous l'appellation LM ou ERS-311/312) est une version plus à l'image d'un petit ourson, cette série a gagné une grande popularité grâce à son passage dans une série de dessins animés à la télévision [photo 23]. Quant au modèle sorti en novembre 2001, ERS-220, il a une apparence et part d'un concept plus futuriste [photo 24]. Sur ce modèle il est possible au



Photo – 21
Aibo ERS-111



Photo – 22
Aibo ERS-210



Photo – 23
Aibo ERS-311/312

propriétaire d'un ERS-210 de garder le corps contenant le microprocesseur de son robot et d'échanger les modules tête et pattes contenant les systèmes actionneurs/capteurs avec ceux de l'ERS-220. L'ERS-220 est d'ailleurs proposé en version assemblée ou sous forme de kits séparant les modules principaux du robot. En juin 2002, Sony a proposé un autre type de Aibo, ERS-31L, à l'image d'un Bulldog qui, entre autres fonctions de base propres à tous les Aibo, est capable de chanter et danser sur des mélodies japonaises à thème en fonction des quatre saisons de l'année [photo 25]. Aibo est capable de jouer et de réagir face à son maître : mais chaque Aibo possédant sa personnalité propre, le chien robot ne réagit pas toujours de la même façon suivant les souhaits de son propriétaire. C'est cette personnalité qui en fait certainement un compagnon très populaire. La plupart des propriétaires d'Aibo, se nommant par eux-mêmes Aibowners, ne le considèrent pas comme une machine mais plutôt comme un animal de compagnie. A Nagano¹⁶ les Aibowners ont d'ailleurs baptisé Aibo-Clinic l'atelier de réparation des robots chien. Aibo a également prouvé ses capacités dans certains hôpitaux où il a été mis en service, les patients l'ont adopté et ont créé de réels liens affectifs avec lui. Le résultat en a été une amélioration du moral des patients souvent déprimés face à leurs problèmes de santé. La popularité des Aibo est devenue telle que les propriétaires ont créé des clubs et se réunissent assez souvent. Il existe plusieurs sites Internet présentant les produits Aibo et une revue, Aibo-Town réservée presque exclusivement au chien robot. Depuis le 3 juin, Sony propose un site Internet sur lequel les propriétaires d'Aibo pourront accéder à certaines spécifications



Photo – 24
Aibo ERS-220



Photo – 25
Aibo ERS-31L

¹⁶ L'usine principale de fabrication de Sony pour le chien Aibo est située à Nagano.

du logiciel de contrôle de leur Aibo (cf §7), le logiciel à été baptisé open-R.

Concernant le développement des robots chiens Aibo, Sony s'est allié avec la société américaine Boston Dynamics pour développer un robot chien de garde pouvant courir jusqu'à une vitesse de 70 mètres par minute, soit 4,2 km/h. Le groupe se concentre sur la conception d'un nouvel actionneur pour les pattes, il s'agirait d'un système de ressort au niveau des liaisons des pattes qui ferait revenir la patte dans une position donnée après contact avec le sol et permettrait ainsi de gagner du temps sur la séquence de marche ou de course. Cette technologie sera également appliquée pour les actionneurs des jambes du SDR-4X.

Tosho Printing prévoit¹⁷ un nouveau logiciel éducatif pour le robot-chien Aibo de Sony en coopération avec NavigationNetworks et Opus. Ce logiciel sera développé pour des éditeurs de livres éducatifs. L'idée de base de ce projet est de concevoir un logiciel avec lequel Aibo agira en fonction de codes enregistrés sur des livres ou des cartes. Tosho Printing se chargera du développement du support imprimé employé pour l'enregistrement des codes. NavigationNetworks s'occupera du design des produits et Opus concevra le logiciel. Les modèles d'Aibo équipés de ce logiciel liront des codes de couleurs imprimés sur des livres ou des cartes et reproduiront les bruits des animaux illustrés ou chanteront des comptines. Aibo pourra également se livrer à une imitation des animaux. Les actions d'Aibo pourront être programmées selon les besoins des éditeurs. Les trois sociétés espèrent passer plusieurs contrats avec des éditeurs de livres d'images et des magasins de jouets éducatifs pour le développement de ce logiciel.

1.3.2 Omron

Sur la même idée que le chien de Sony, Omron propose un chat robot : NeCoRo¹⁸ (NeCo signifiant chat en japonais et Ro pour robot) mis sur le marché en octobre 2001 [photos 26 et 27]. Necoro a été développé à partir des résultats des recherches du Docteur T. Shibata, chercheur au Mechanical



Photo – 26
Nekoro

Engineering Laboratory (MEL) du Ministère de l'Économie et de l'Industrie (METI), travaillant sur le développement de créatures émotionnelles artificielles (§ 1.2.1). Avec le projet du Docteur Shibata, Omron a saisi l'intérêt de réaliser un robot qui puisse communiquer avec les humains. NeCoRo est capable de réagir aux mouvements d'un humain et d'exprimer ses propres humeurs : il se met à ronronner de satisfaction quand on le caresse sur le dos ou sous le menton et devient triste si on le maltraite. Il pourra aussi exprimer son désir d'être caressé ou de dormir en se basant sur



Photo – 27
Nekoro

son propre rythme physiologique. Doté de fonctions d'apprentissage et d'évolution, NeCoRo ajustera sa personnalité à celle de son propriétaire. Il retiendra son nom et y répondra. Les personnes peuvent reporter leur affection sur ce robot et s'y attacher comme elles le feraient avec un animal de compagnie. Le robot est habillé d'une fourrure et ses concepteurs lui ont donné un aspect très réaliste. Le chat-robot à une taille de 26 par 16 par 32 cm sans la queue pour un poids de 1.6 kg en incluant les batteries. Ces batteries rechargeables au Nickel-Hydrogène (Ni-MH) lui fournissent une autonomie de 1 heure 30 environ, les batteries étant rechargeables à leur capacité optimale en 2 heures. Plusieurs mouvements sont enregistrés et peuvent être reproduits par sa structure à 17 degrés de mobilité composée de : (i) 4 pattes possédant chacune 2 degrés de mobilité, (ii) une queue possédant 2 degrés de mobilité, (iii) 2 degrés de mobilité pour le cou et (iv) un degré de mobilité pour chaque paupière, pour les oreilles et pour la bouche. Un haut-parleur lui permet de reproduire 48 différents sons de chat. Grâce à la technologie MaC (Mind and Consciousness) développée par Omron, ses sentiments et ses émotions sont produits en fonction de

¹⁷ The Nikkei Business, 24 avril 2002.

¹⁸ Également appelé Tama, nom couramment donné par les Japonais à leur chat.

l'analyse de son expérience acquise au cours de ses moments d'activité. Des capteurs tactiles sont disposés sur la tête, le menton et le dos. La tête est munie d'un microphone capable de détecter les sons et d'en localiser la source. Son système de vision lui permet de percevoir la direction des objets en mouvement. Un capteur accéléromètre interne informe le robot de sa position et notamment de ses mouvements lorsqu'il est manipulé. Necoro, pour le model EPA-R01, existe en deux couleurs et peut être acheté au prix de base de 185 000 yens (environ 1 580 euros).

1.3.3 Bandai

La branche média de Bandai avait proposé en été 2000 le Wonder Borg, un robot de communication à allure d'insecte. Faisant suite à ce projet, le Wonder Borg a été amélioré et en automne 2001 Bandai a commercialisé le BN-Wagamama Caprio à l'apparence d'un petit chat [photo 28]. Ce robot jouet possède plusieurs capteurs pouvant réagir à 7 types de stimulations telle que lumière, infrarouge ou bruits. Son visage est capable de 250 expressions des yeux grâce à un écran graphique. Il peut jouer avec une personne et possède une intelligence électronique avec une grande réserve de mémoire. Cette mémoire lui donne une faculté d'apprentissage de reparties qui le dote d'un potentiel de développement de personnalité et lui permet de mémoriser des nouveaux mouvements et de nouvelles réactions.



Photo – 28
BN-Caprio

1.3.4 Tmsuk et Sanyo Denki.

TMSUK est une société spécialisée dans les systèmes de sécurité. Elle est installée dans le quartier de Shinagawa à Kyoto. Depuis 1992, Tmsuk s'est attaché au développement d'un système de télérobotique portable et sans fils. Le système est très miniaturisé et peu être installé dans une pièce ou un bureau pour télécommander un robot situé dans une autre pièce. Les télé-robots peuvent se déplacer grâce à un système motorisé de trois ou quatre roues. Ils possèdent un buste humanoïde avec une structure de deux bras articulés et une tête pouvant voir, entendre et parler. La liaison entre le contrôleur et le robot se fait par un ordinateur portable gérant les ordres de mouvement donnés par le contrôleur et transmettant ces données au robot par un téléphone cellulaire utilisant un réseau PHS. L'image vue par le robot est retransmise sur l'écran de l'ordinateur portable.



Photo – 29
T4

Les bras sont munis de mains préhensibles. T4, le plus connu des robots de Tmsuk, a été présenté au salon Robodex2000 et a participé à plusieurs émissions de télévision [photo 29]. Cette promotion a permis à Tmsuk de présenter les multiples possibilités offertes par la télé-robotique portable.



Photo – 31
T1

Tmsuk a conçu plusieurs modèles de télé-robots, tous à partir du même principe de télé-manipulation utilisant le système de control portable mais chacun offrant des caractéristiques différentes en fonction de l'application potentielle à laquelle il est destiné. Si le T4 est de petite taille (il mesure 1,20 m), Tmsuk a également conçu un robot plus robuste, le T5 mesurant 2,50 m, pesant 600 kg et destiné à participer à des opérations de sauvetage. Il peut se rendre par exemple dans un lieu encore dangereux après un tremblement de terre [photo 30]. T1 est le premier robot de Tmsuk, conçu en 1993 il est destiné à des fonctions de réceptionniste [photo 31].

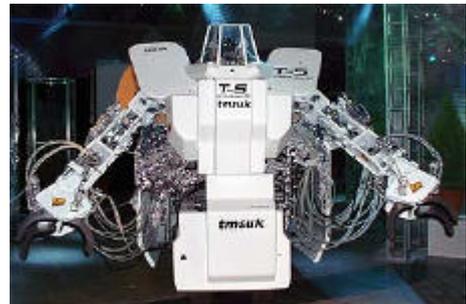


Photo – 30
T5

Tmsuk a récemment débuté un projet d'agent de sécurité avec la présentation d'un premier prototype au salon Robodex2002 [photo 32]. Ce projet a été proposé par un comité réunissant des écoles, des instituts de recherche et des

industries de la ville de Kitakyushu. Ce robot est capable d'atteindre, en utilisant un ascenseur, chaque étage d'un bâtiment et d'y patrouiller automatiquement. Le robot est ensuite capable de détecter, de signaler et de tenter de stopper des incendies éventuellement rencontrés lors de sa patrouille. Le projet n'en est encore qu'à sa phase d'essais et de prototype. Tmsuk lui ajoutera d'autres fonctions et améliorera sa rapidité et sa miniaturisation.

TMSUK a récemment développé, en coopération avec Sanyo Denki, un projet de robot chien de garde. Omron a également participé à l'entreprise en apportant sa technologie, notamment pour le système de traitement d'information et pour les capteurs. Dans sa version actuelle, le robot a la forme d'un dinosaure et la taille d'un chien de garde moyen, mais cette apparence changera probablement pour les versions futures. Le robot est équipé d'un système de commande à distance et peut être piloté par téléphone mobile 3G¹⁹. L'opérateur peut ainsi lui donner l'ordre de marcher ou de s'asseoir. En mode chien de garde le robot patrouille dans le bâtiment et peut repérer une personne dont l'accès n'est pas autorisé grâce à ses capteurs de mouvement et le chasser en aboyant tout en signalant sa présence au gardien. Le robot étant équipé d'un système de vision à deux caméras CCD, il est possible de voir par ses yeux en temps réel sur l'écran d'un téléphone 3G ou d'un moniteur de console. Le groupe pense pouvoir finir la mise au point et commencer la vente de ce produit dès avril 2003 pour un prix de 500 000 yens (environ 4 330 euros).



Photo – 32

1.4 Robots spécialisés, à tâche domestique

1.4.1 Matsushita/Panasonic

Matsushita (Osaka) a annoncé en mars 2002 son intention de commercialiser un système autonome de nettoyage des sols. Cet aspirateur a une base mesurant 37 par 36 cm et une hauteur mesurant 29 cm. Il possède 50 capteurs de technologie nouvelle qui lui permettent de se déplacer dans une pièce sans dommages et de détecter les zones à nettoyer [photo 33]. Ce robot devrait être capable de nettoyer une pièce de façon autonome. Parmi les capteurs de ce robot se trouve un système de détection d'obstacle qui informe le robot de la distance le séparant d'un obstacle : l'obstacle est détecté à 30 cm environ. Le robot possède également un système de contrôle d'accélération qui lui permet de se déplacer avec fluidité et un système de contrôle qui lui permet de détecter les objets chauds et les escaliers. Pour optimiser le nettoyage sans gaspiller sa réserve d'énergie, le robot est muni d'un système lui permettant de faire varier la vitesse du moteur d'aspiration en fonction du sol, du type et de la quantité de particules à nettoyer. Son autonomie est de 55 minutes environ, soit une durée plus importante que celle de la plupart des aspirateurs sans fil. Il est doté d'un système lui permettant d'optimiser ses mouvements et ses trajectoires en fonction de la forme de la pièce, du type de sol et de la quantité de poussière à nettoyer. Son prix est fixé pour le moment à 500 000 yens (4 330 euros). Il a été présenté à l'exposition Barrier Free 2002 à Osaka du 11 au 13 avril 2002. Les premiers essais dans une maison japonaise ont débuté en mai 2002.



Photo – 33

1.4.2 Yaskawa et Mitsubishi

Le marché des robots à usage domestique avait connu une ouverture spectaculaire avec la présentation de Aibo en 1999, dont le premier stock avait été épuisé dans les 20 premières minutes. Si dans les premiers temps peu de fabricants de robots conventionnels avaient suivi Sony sur ce marché, aujourd'hui les deux principaux fabricants japonais de robots industriels, Mitsubishi Heavy Industry Ltd. et Yaskawa Electric Corp., ont décidé de développer la conception et la production de robots à usage domestique et public.

¹⁹ Téléphone mobile de troisième génération, ces téléphones acceptent les formats vidéo.

Yaskawa projette d'y consacrer 20% de sa production totale d'ici à 2007. En 2002 les ventes annuelles de Mitsubishi en produits robotiques représentent 10 milliards de yen (88 millions d'euros). L'entreprise pense pouvoir augmenter ses ventes d'un milliard de yen (8,8 millions d'euros) par an pour ce nouveau marché d'ici à 2004 en explorant les possibilités d'utilisation d'un robot humanoïde développé par l'institut de recherche privé ATR. Mitsubishi et Yaskawa souhaitent produire des robots conçus pour garder des personnes seules ou utilisés comme aide dans les milieux hospitaliers pour les soins médicaux ou la rééducation.

1.4.3 SOK

Sur la même idée de base de conception d'un robot gardien de sécurité patrouilleur adoptée par Tmsuk (§1.3.4), Sogo Keibi Hoshō (SOK) a présenté en avril 2002 ses premiers robots gardiens de sécurité, baptisés Guard Robo C4 et commercialisé à 9,5 millions de yens (environ 82 000 euros) [photo 34]. Ce robot joue le rôle de réceptionniste dans un établissement destiné à recevoir le public. Il communique avec l'utilisateur grâce à un système de reconnaissance vocale et de dialogue, l'utilisateur pourra de plus utiliser un écran ventral interactif pour rechercher une information ou pour se situer dans le bâtiment. Le robot peut également détecter les incendies ou les fuites d'eau et les signaler en temps réel aux terminaux du centre. Lors de la fermeture de l'établissement, il surveille et signale la présence d'intrus. Le robot peut également utiliser les ascenseurs pour se déplacer d'un étage à l'autre. Le projet R&D a débuté chez SOK en juillet 1982 avec la participation des chercheurs de l'université de Tsukuba dès décembre de la même année. En 1985, un premier prototype de robot gardien a pu être présenté lors du salon international ISIR. Plusieurs autres prototypes ont suivi pour aboutir en 2002 au produit quasi-fini qu'est le Guard Robo C4, dont la première version (C3) regroupant déjà toutes les principales fonctions avait pu être présentée en juillet 2001.



Photo – 34
C4

1.5 Projets universitaires

Plusieurs universités japonaises ont engagé des recherches et ont développé des projets de robots domestiques : robot de communication, robot zoomorphe, robot humanoïde. Ces projets sont réalisés en commun ou à partir de projets déjà développés par d'autres laboratoires privés et servent le plus souvent de base pour le développement de produits par les industriels intéressés. En effet, si la dynamique financière permettant de mener à terme la plupart des projets de robotique domestique provient des grands industriels innovateurs tels que Honda et Sony, la dynamique scientifique provient des organismes de recherche et les laboratoires universitaires. Ce paragraphe décrira les principaux projets universitaires qui ont pu servir de base pour le développement des robots décrit précédemment.

1.5.1 Université de Waseda

L'université de Waseda possède un département de recherche qui se consacre à l'étude des robots humanoïdes depuis environ trente ans. Ce laboratoire est dirigé par le Professeur Takanishi.

Le premier robot créé par l'université en 1973, Wabot-1 a été le premier robot bipède du monde [photo 35]. Il peut voir des objets et évaluer la distance qui l'en sépare puis se diriger vers l'objet pour le prendre, il peut également faire passer un objet d'une main à l'autre.

Wabot-2, créé en 1984 est un robot pianiste [photo 36]. Il peut lire une partition de musique grâce à ces caméras. Un système audio-musical lui permet aussi d'accompagner un groupe de musiciens.

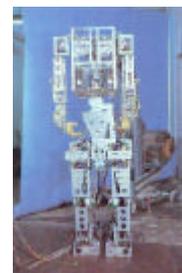


Photo – 35
Wabot1



Photo – 36
Wabot2



Photo – 37
Wabian

Wabian-R III est un robot bipède humanoïde conçu pour l'étude de la marche humaine [photo 37]. Les recherches sur ce projet ont démarré en 1973 avec Wabot. Après plusieurs étapes, les chercheurs ont pu mettre au point le robot humanoïde bipède Wabian. Alors que Wabot marchait de façon statique, Wabian peut actuellement marcher de façon dynamique.

WE-3R IV représente un visage humain et est destiné à l'étude des expressions du visage [photo 38]. Ce robot-visage est capable de représenter 6 expressions grâce au simple mouvement de ses yeux, de ses paupières, de ses sourcils et de ses lèvres. Le groupe a pu présenter la cinquième version de ce robot en 2001.



Photo – 38
WE-3R

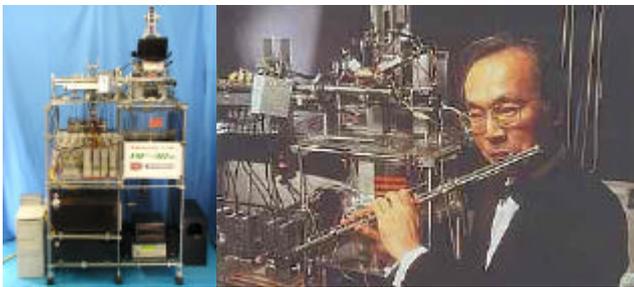


Photo – 39
WF-3R & Mr. Wakamatsu

Le WF-3R est un robot flûtiste [photo 39]. Il possède dix doigts articulés comme des doigts humains et une bouche avec deux lèvres en latex pouvant moduler un flux d'air généré par un soufflet ventral jouant le rôle des poumons humains. Comme Wabot-2, le WF peut jouer des mélodies sur une flûte traversière en accompagnant un musicien ou un morceau pré-enregistré. Le flûtiste professionnel, M. Wakamatsu, a participé au projet en donnant des conseils techniques au groupe de chercheurs.

WAMOEBE-2Ri est un robot de communication émotionnelle. Il est capable d'analyser l'environnement qui l'entoure et d'exprimer ses sentiments face aux situations sur un écran ventral [photo 40].

En l'an 2000, l'université de Waseda a fondé l'Humanoid Robotics Institute qui compte un groupe de 11 professeurs et environ 100 étudiants travaillant sur le développement de robots humanoïdes. Sony a notamment utilisé la technologie de contrôle de la marche développée par ce groupe à Waseda pour le SDR-3X (§1.1.2).



Photo – 40
Wamoeba

1.5.2 Tokyo Institute of technology

Le professeur Shigeo Hirose s'est spécialisé dans le développement de robot de sauvetage en se donnant comme objectif la conception de robots capable de se mouvoir à travers un terrain encombré de débris. Les robots de sauvetage sont conçus pour chercher les victimes d'une catastrophe sur un terrain trop dangereux pour l'homme. Le groupe a mis au point le robot de sauvetage Soryu (dragon bleu), composé de trois véhicules disposés en ligne et actionné par de puissants moteurs. Il est muni de suspensions pour garder sa stabilité lors de ses déplacements sur un terrain accidenté. Ses circuits électriques sont protégés contre la poussière et l'eau. Le robot est capable de transporter un blessé de la taille d'un adulte. L'Institut de Technologie de Tokyo a également mis au point une structure à plusieurs liaisons pivots reliées en chaîne donnant naissance à la série des robots serpents Slim-Slime, les ACM-R1b et ACM-R3 [photo 41]. Ces robots serpents seront destinés aux opérations de sauvetage dans des milieux d'accès difficile. Leur configuration particulière leur permet de se déplacer sur pratiquement toute sorte de terrain. L'Institut a également exploré d'autres modes de locomotion pour le même type d'application. Un robot bipède du nom de Yambo III et deux robots quadrupèdes nommés Titan IX et Titrus III (un robot dinosaure) ont pu être ainsi mis au point. Un robot acrobate nommé



Photo – 41
ACM

Acrobot-I a également été développé. Ce robot fonctionne sur le même principe que le robot du Computational Science Research Center de l'université Hosei (paragraphe suivant).

1.5.3 Quelques autres universités

Le professeur W. Tomio, de l'université de Okayama, a mis au point un robot interactif humanoïde capable de simuler des réponses émotives : sans pour autant pouvoir encore parler, le robot va changer son expression faciale et sa posture suivant la réponse qu'il donne à la question qui lui a été posé. Le but de ce projet est d'étudier le langage émotionnel et plus particulièrement les expressions faciales, de façon à pouvoir rendre les futurs robots domestiques plus humains dans leurs réponses.

Le Control and Robotics Laboratory de l'université de Chiba travaille sur le développement de systèmes autonomes de détection de mines. Le robot qui est en cours de développement est dénommé Robot Comet [photo 42]. Il peut franchir des pentes de trente degrés et se déplacer sur un terrain accidenté grâce à ses six pattes articulées. Le robot utilise un système laser pour détecter les obstacles et un système GPS pour définir sa position par rapport à une cartographie très précise.

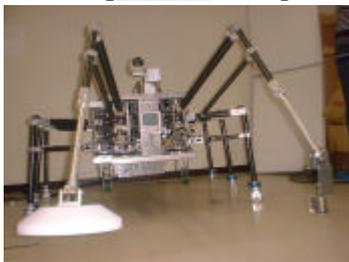


Photo – 42
Comet

Le Computational Science Research Center de l'université Hosei (Campus de Koganei) a développé un robot acrobate, Easy Daddy, capable de tourner autour d'une barre-fixe en utilisant les principes fondamentaux de la dynamique.

L'université Nippon Bunri travaille sur le développement du Mecha-robot, une structure mécanique bipède capable de garder son équilibre en marchant sur une courte distance [photo 43].



Photo – 43
Mecha-robot

L'université de Science de Tokyo développe un visage animé pour l'étude des expressions faciales humaines. Ce robot est dénommé Saya et est comparable au WE-3R de Waseda.

2 LE SALON D'EXPOSITION ROBODEX2002 - TABLEAU DES PROJETS EN COURS

Ce salon est consacré au thème de la robotique domestique. Il présente chaque année la plus grande partie des projets de robotique développés au Japon. Cet événement représente un défi pour les groupes de recherche et les industriels qui souhaitent mettre au point leurs dernières innovations et en présenter les résultats.

Tableau récapitulatif des projets en cours (et liste des participants au salon Robodex2002).

Groupes.	Projets.
Honda	P1 / P2 / P3 / <u>Asimo</u>
Sony	SDR-3X / <u>SDR-4X</u> <u>Aibo</u> ERS-210 / ERS-220 / ERS-311&312 (série LM : Latte & Macaron)
AIST, Kawada kogyo et Yaskawa Electric	Robot humanoïde
Kitano Symbiotic Systems Project / ZMP Inc.	<u>Pino</u> Morph
Flower Robotic Co	<u>Posy</u> <u>P-noir</u>

Fujitsu (Fujitsu Automaton, Fujitsu Laboratories)	<u>HOAP</u> (Humanoid Open Architecture Platform)
Manufacturing Science and Technology Center / HRP (Human Robotics Project)	Robots bipèdes (sur la base des PI/2/3 de Honda) <u>HRP-1 / HRP-2P</u>
Université d'Okayama	<u>Robot interactif</u> (face)
Université de Waseda (Humanoid Robotics Institute)	Robots bipèdes (sur la base du SDR de Sony) <u>WF-3RIX</u> (robot flûtiste) <u>WAMOEBA-2Ri</u> (robot de communication émotionnelle) <u>ISHA</u> (robot multi modal)
Université de Chiba	<u>Robot COMET</u> (détection de mine)
Université HOSEI	<u>Easy Daddy</u> (Robot gymnaste)
Université de Nagoya	<u>Karakuri</u> (automates en bois du 16 ^{ème} siècle)
Université NIPPON BUNRI	<u>Mecha-robot</u> (robot bipède)
Université de Science de Tokyo	<u>Sava</u> (visage animé)
TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY	<u>Slim Slime / ACM-R1b / ACM-R3</u> (robot serpent) <u>Titan IX</u> (robot quadrapède) <u>Soryu-I</u> (robot serpent de sauvetage) <u>YAMBO III</u> (robot bipède) <u>TITRUS III</u> (robot dinosaure) <u>AcrobotI</u> (robot acrobate)
Université de Yokohama	<u>Mari</u>
Université de Kyoto	<u>MAGDAN</u> (système bipède)
Omron	<u>NeCoRo</u> (<i>chat</i>)
Bandai	<u>Wonder Borg</u> <u>BN-1</u> Wagamama Caprio
Tmsuk Sanyo Denki	<u>Télé-robots</u> <u>Robot gardien</u> <u>Robot chien de garde (dinosaur)</u>
METI, Intelligent System Institute (National Institute of Advanced Industrial Science & Technology)	<u>Paro</u> (robot thérapeutique)
ATR (Human Information Processing Research Laboratory)	<u>Robovie</u> (robot humanoïde)
NEC	<u>PaPeRo</u>
Matsushita	Ours compagnon pour les personnes âgées (en prototype) Robot aspirateur
Sega	Toy Therapy Care Bear (robot thérapeutique)
Yaskawa	Robot nurse
Mitsubishi	Robot nurse & aide médical (sur la base du robot humanoïde créé par ATR)
SOK (Sogo Keibi Hosho Co)	<u>C-4 : Robot gardien</u>

Les robots présentés au salon Robodex2002 sont soulignés.

3 LA ROBOCUP 2002

3.1 Organisation et objectifs

Créée en 1997, la 6ème Robocup s'est tenu à Fukuoka du 19 au 25 juin 2002. La Robocup est une compétition accueillant des équipes de chercheurs en robotique du monde entier. Les chercheurs peuvent ainsi comparer leurs résultats technologiques et tester leurs robots face à d'autres équipes en passant une série d'épreuves ou sur un parcours d'obstacles. 2002 est la première année où des robots humanoïdes sont entrés en compétition. Pour le professeur H. Kitano (§1.1.4), président de la Robocup2002, le but de cet événement et de ces compétitions est de motiver les groupes de chercheurs pour organiser avant 2050 un tournoi de football opposant une équipe de robots humanoïdes à une équipe humaine. 188 équipes provenant de 29 pays soit 1 004 participants au total étaient présents pour la Robocup de 2002. Les compétitions de la Robocup et le salon Robotrex (§4) se sont terminés le dimanche 23 juin et ont été suivis du Robocup International Symposium qui a accueilli environ 600 personnes.

Sur les cinq jours, 117 300 visiteurs ont pu découvrir ou redécouvrir les robots domestiques.

3.2 Catégories

Trois grandes catégories de compétitions se sont déroulées sur la Robocup. La première catégorie de compétition, la Robocup Soccer, engage les participants à passer plusieurs types d'épreuves sur le thème du football. La deuxième catégorie de compétitions, Robocup Rescue, est axée sur le thème du sauvetage. La troisième catégorie de compétitions, Robocup Junior, fait participer des robots créés par des élèves de lycée et des amateurs.

3.2.1 Robocup Soccer

La Robocup Soccer propose cinq catégories selon le type de robots entrant en compétition.

3.2.1.1 Simulation league

Cette compétition est une simulation de matches de football au sein de laquelle 11 joueurs par équipe jouent sur le simulateur de la Robocup [photo 44]. Les spectateurs peuvent suivre le déroulement du match sur un écran géant. Chaque robot joueur virtuel est un logiciel autonome possédant sa propre stratégie et ses propres caractéristiques, ainsi chaque équipe de simulation est constituée par un ensemble de programmes différents. La partie se joue en 2 manches de 5 minutes. Une compétition en ligne d'entraîneur a également lieu sur le simulateur. Chaque participant joue le rôle d'un entraîneur et peut intervenir pour donner des conseils techniques à son équipe de joueurs virtuels. Le participant peut accéder au logiciel autonome pour changer les données relatives à la stratégie adoptée par les robots joueurs virtuels de son équipe.



Photo – 44
Simulation league

Les présidents pour cette compétition sont Daniel Polani (Allemagne) et Masayuki Ohta (Japon). Les membres du comité chargé de l'évaluation de cette compétition sont Patrick Riley (USA) et Olivier Obst (Allemagne).

Quarante-deux équipes ont pu participer à cette compétition de simulation. La liste complète des participants est accessible sur le site <http://www.uni-koblenz.de/~fruit/orga/rc02/>. Les pays qui ont été représentés sont le Canada, la Chine, l'Allemagne, l'Iran, le Japon, le Portugal, les USA, l'Australie, Taiwan, la Belgique, le Brésil, l'Inde, la Hollande, la Pologne, la Russie, la Turquie, l'Ukraine et les Royaumes Unis. Le gagnant de la compétition de football virtuel est l'équipe représentant la Chine : TsinghuAeolus.

3.2.1.2 Small size robot league (ou F180)

Cette compétition se concentre sur le problème de la commande d'entités robotiques autonomes agissant en coopération dans un environnement dynamique. Cette commande se fera par un système hybride centralisé et réparti. Le match oppose deux équipes de cinq robots chacune. Les robots doivent être conformes en taille et en puissance aux spécifications détaillées dans le règlement du F180, c'est-à-dire qu'une entité robotique doit pouvoir tenir dans un cercle de 180 mm au sol et ne pas dépasser 150 mm en hauteur, sans compter les éventuels systèmes embarqués de vision [photo 45]. La taille conventionnelle du terrain est de 2,8 m par 2,3 m. La balle officielle de la Robocup2002 est orange et de la taille d'une balle de golf. Il y a deux types de systèmes de vision généralement utilisés pour les robots du F180, les robots peuvent avoir un système individuel embarqué ou un système global situé au-dessus du terrain et géré par un ordinateur personnel en dehors du terrain. Le second système est le plus couramment utilisé. Pour l'année 2002 quelques défis ont été proposés aux participants en sus de la compétition de football. Le défi de navigation consiste pour le robot à traverser le terrain en évitant des obstacles pendant un temps inférieur à cinq minutes. Le participant dispose de cinq essais pour réaliser le parcours en un temps minimum. Pour le défi de tir au but, le participant dispose de deux minutes pour attraper plusieurs balles en mouvement sur un terrain vide et les mettre dans un but. Le dernier défi demande au participant d'effectuer plusieurs passes entre deux robots de son équipe. Vingt équipes ont participé au F180.



Photo – 45
Small size robot league

3.2.1.3 Middle size robot league

Pour cette compétition, les règles globales sont les mêmes que pour F180, la différence porte sur la taille des robots : le robot doit pouvoir tenir sur une base carrée de 500 mm de côté et être d'une hauteur comprise entre 300 mm et 800 mm [photo 46]. Seize équipes ont participé à cette compétition pour représenter le Portugal, l'Allemagne, l'Italie, le Japon, l'Iran, la Hollande et la Suède.



Photo – 46
Middle size robot league

3.2.1.4 Four legged robots league

Cette compétition oppose des équipes constituées par des robots Aibo (§1.3.1) de Sony dont le programme a spécialement été conçu pour développer un jeu en équipe [photo 47]. Des fonctions telles que dribble, passe, défense de but ont notamment été ajoutées. Dix-neuf équipes y ont participé pour représenter l'Australie, les USA, la France, le Japon, l'Italie, la Chine, l'Allemagne, le Canada, l'Angleterre, la Turquie, la Suède, la Bulgarie et le Mexique. Les gagnants ont été Cmpack'02 pour les USA en première place, rUNSWift pour l'Australie en deuxième place et Nubots pour l'Australie en troisième place. Avec Cmpack'02, l'université Carnegie Mellon a participé pour la cinquième fois à la compétition Robocup Four legged robots.



Photo – 47
Four legged robot league

3.2.1.5 Humanoid league

Cette compétition mettant à l'épreuve des robots humanoïdes est nouvelle dans la Robocup. Dix équipes y ont participé pour représenter le Japon, Singapour, la Nouvelle Zélande, l'Australie, le Danemark et la Suède. Les robots ont été classés suivant leur taille en quatre catégories : H40 pour une hauteur maxi de 400 mm, H80 pour une hauteur maxi de 800 mm, H120 pour une hauteur maxi de 1,20 m, H180 pour une hauteur maxi de 1,80 m. Les robots doivent pouvoir se déplacer au moyen de deux jambes sans assistance mécanique tel que l'adjonction de roulettes d'appoint. Les robots participants doivent de plus

avoir une structure humanoïde respectant des proportions approximativement humaines comprises dans des limites préalablement définies [photo 48]. La compétition se décompose en plusieurs épreuves. Pour débiter, le robot doit pouvoir se tenir en équilibre sur une jambe pendant une minute. Ensuite le robot doit pouvoir montrer ses capacités de déplacement en parcourant sans assistance un aller-retour jusqu'au centre du terrain pendant un temps limité. Pour la troisième épreuve, le robot doit effectuer le plus grand nombre de tir au but possible en allant chercher une balle. Durant ces trois premières épreuves le robot est seul sur le terrain. La quatrième épreuve oppose deux robots : l'un doit effectuer un tir au but tandis que l'autre tente d'arrêter la balle. Des démonstrations de performance de cinq minutes ont été données aux participants pour présenter les capacités de leurs robots humanoïdes.



Photo – 48
Humanoid league

3.2.2 Robocup Rescue

Cette compétition consiste pour les robots à repérer et assister l'évacuation de personnes en difficulté dans des lieux sinistrés par une catastrophe naturelle de type tremblement de terre, typhon ou incendie d'éruption volcanique. La compétition se partage en deux catégories d'épreuves, une épreuve de simulation et une épreuve avec des robots réels. L'épreuve de simulation est basée sur le modèle du tremblement de terre qui a détruit une partie de la ville de Kobe et sur un modèle virtuel [photo 49]. Sept équipes y ont participé. L'autre épreuve se passe dans une reconstitution en taille réelle d'une pièce dévastée par un tremblement de terre. Le robot doit repérer et évacuer d'éventuels blessés en un temps limité. La première difficulté consiste à évoluer sur un terrain encombré dans un environnement instable. Huit équipes y ont participé pour représenter le Japon, l'Iran, l'Allemagne, la Nouvelle Zélande et les USA. Les gagnants ont été Kavosh en première place pour l'Iran, MARR en deuxième place pour le Japon et UVS-IV en troisième place pour le Japon.

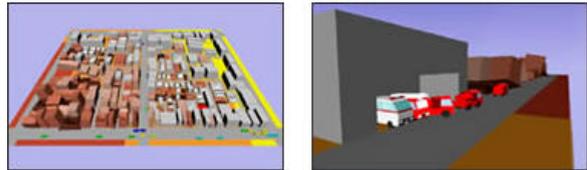


Photo – 49
Robocup Rescue

3.2.3 Robocup Junior

La Robocup Junior s'adresse plus particulièrement à des amateurs, les robots participants sont plus rudimentaires et construit pour la plupart avec le système Lego [photo 50]. Trois catégories d'épreuves ont été présentées. Cinq équipes ont participé aux matches opposant deux robots et quarante équipes ont participé aux matches opposant deux équipes de deux robots. Douze équipes ont participé à l'épreuve de danse pour représenter le Japon, l'Allemagne, l'Australie, le Canada et les USA. Sur un thème de composition libre, le participant doit mettre en place un ballet dont les acteurs sont des petits robots de sa conception.



Photo – 50
Robocup junior

4 L'EXPOSITION ROBOTREX2002

L'exposition Robotrex2002 s'est tenue lors de la Robocup2002 et représentait la partie entreprises et industriels de l'événement. Le visiteur a pu y retrouver la plupart des exposants du salon Robodex de fin mars 2002. Robotrex a accueilli environ 50 exposants dont des universités, des organismes et des industriels venus présenter leurs différents projets de robotique. Robotrex est une exposition de matériel de haute technologie pour la robotique. Robotrex est en quelque sorte le support technologique de la Robocup. Robotrex a également organisé des expositions et la vente de jouets et de livres sur le thème de la robotique et de la Robocup. L'aspect ludique pour le public n'est jamais oublié.



5 LE CENTRE ROBOSQUARE DE FUKUOKA

5.1 Objectifs et descriptions

Le centre RoboSquare a été ouvert le 20 juillet 2002 à Fukuoka à la suite de la Robocup et du Robotrex accueilli par la ville en juin 2002. Le RoboSquare est un centre d'exposition sur le thème de la robotique domestique au Japon. Le centre présente trois zones. Le visiteur peut assister à une démonstration en temps réel de la marche bipède avec Pino (§1.1.4) et à une simulation de la marche bipède par ordinateur avec le système HOAP (§1.1.5) dans la zone d'exposition. Cette zone présente également plusieurs Aibo de Sony (§1.3.1). Le visiteur, en particulier les enfants, pourra participer à la construction d'un mini robot en Lego sur le thème de la Robocup Junior dans la zone éducative. La troisième zone d'exposition initie le visiteur aux moyens dont disposent les entreprises pour concevoir, fabriquer et assurer la promotion d'un robot domestique. Plusieurs centres d'exposition de ce genre sont créés au Japon depuis quelques temps. C'est un moyen médiatique de faire connaître et apprécier les robots domestiques par les consommateurs. C'est également un moyen de montrer que la robotique domestique passe de l'état de fiction (Atome/Astroboy, Doraemon et les autres) à l'état réel (Asimo, Pino, Aibo, Hoap et les autres).

5.2 Le rôle du Robot Pino

Pour se consacrer au développement d'un robot bipède de taille plus réduite –Morph– et après avoir finalisé les recherches sur la marche du robot Pino, le Kitano Symbiotic System Project (§1.1.4) a confié le développement et la promotion du robot Pino à la société ZMP. Présidé par H. Taniguchi et créée en 2001, ZMP se donne quatre objectifs : (i) offrir une plate forme en recherche et développement sur des robots humanoïdes (tels que Pino, Morph, MHR) ; (ii) organiser la promotion et la distribution de robots humanoïdes, tels que Pino, aux organismes de recherche, aux universités et aux musées de science ; (iii) agencer la location du robot humanoïde Pino aux salons d'expositions sur le thème de la robotique ou aux musées de science et (iv) promouvoir les licences de design et conception technologique en robotique domestique. Comme Asimo, Pino est devenu l'image de la robotique humanoïde au Japon et il sera présent dans la plupart des salons de robotique domestique. Par son aspect attendrissant d'un enfant de deux ans, Pino a déjà acquis une certaine renommée aussi bien auprès des enfants que des adultes. Cette renommée le place au côté des robots de Honda et Sony. Avec Pino, Le professeur Kitano et ZMP souhaitent promouvoir l'image du robot ami, c'est-à-dire que le rôle de Pino est de familiariser le public avec les robots humanoïdes lors de ses démonstrations à travers le Japon et le monde, dans des musées ou des salons. L'autre intérêt d'un robot tel que Pino est qu'il offre une plate forme ouverte sur la robotique humanoïde et permet ainsi un transfert d'innovations technologiques entre laboratoires de recherches. Les chercheurs pourront travailler sur la même structure bipède de base pour améliorer d'autres fonctions, telles que l'addition de capteurs et de systèmes de commande, indispensables aux robots humanoïdes.

Ainsi, certaines fonctions de Pino ont pu être améliorées pour la Robocup avec l'addition d'un système de commande vocale, l'essai de fonctionnement sur batteries, la modification d'une partie de la structure pour permettre une marche plus fluide et augmenter la stabilité, la programmation d'algorithmes lui permettant de tirer dans une balle à l'ouverture de match. Ces améliorations ont été le résultat d'un travail en commun entre ZMP et plusieurs laboratoires universitaires ayant acquis Pino, notamment le laboratoire de l'université de Waseda qui possède et travaille déjà sur quatre Pino.

La ville de Fukuoka, qui a accueilli la Robocup2002, a loué l'image et les services de Pino pour cette occasion (§3). La zone d'exposition de la ville sur le salon Robotrex était un aperçu de ce que serait le RoboSquare (§5.1) et présentait un atelier où le visiteur participait à la construction de petits robots, exposait les travaux d'étudiants de la ville de Fukuoka sur des robots télécommandés et présentait plusieurs démonstrations de Pino équipé de ses nouvelles fonctions. Le système de commande vocale a notamment rencontré un vif succès aussi bien de la part des spécialistes que de la part du grand public.



6 ABU ROBOCON 2002

6.1 L'association ABU

L'Asia-Pacific Broadcasting Union (ABU) est une association de chaînes de télévision et de radio couvrant les régions de l'Asie et du Pacifique. L'ABU se donne trois objectifs : (i) aider à l'amélioration des technologies utilisées par les chaînes de radiodiffusion des régions de l'Asie et du Pacifique, (ii) organiser des activités et des événements réunissant la participation de tous ses membres, (iii) proposer à ses membres ses compétences professionnelles pour l'organisation d'événement particulier dans leur pays. L'ABU a été fondée en 1964 et compte actuellement une centaine de membres provenant de quarante-neuf pays et régions de l'Asie et du Pacifique. Certains membres proviennent d'Europe et d'Amérique du Nord.

La première compétition ABU Robocon2002 a eu lieu à Tokyo le samedi 31 août. Cette compétition est un défi robotique accessible aux amateurs. La chaîne nationale de télévision japonaise NHK a couvert l'événement à Tokyo. La compétition a ensuite été rediffusée par les chaînes des pays participants dans leurs régions respectives.

6.2 Thème de la compétition de 2002

Le but du robot contest (Robocon) est de réunir autour d'une compétition des groupes d'étudiants chercheurs ou d'ingénieurs en provenance de pays d'Asie ayant un intérêt pour la robotique.

Le thème de l'ABU Robocon 2002 était "la course pour le sommet du Mont Fuji". Chacun des matches de trois minutes oppose deux équipes. Les participants doivent disposer des balles dans dix-sept tubes arrangés sur un damier représentant le Mont Fuji à l'aide de leurs robots. A chaque tube correspond un nombre de point suivant sa hauteur et sa place sur le damier. Si une équipe parvient à remplir cinq tubes alignés sur l'une des diagonales, elle sera déclarée gagnante du match.

Pour placer les balles dans les tubes, les participants ont à leur disposition des machines de leur propre conception. Ces machines peuvent être présentées sous la forme de robot télécommandé et sous la forme de robot autonome. Le nombre de machines utilisées n'est pas limité mais le total des machines ne doit pas peser plus de quarante kilogrammes. Au début de leur match, les machines doivent pouvoir tenir sur deux zones de départ. Ces zones sont des carrés de 1,5m de côté. Le terrain est partagé en deux zones, une zone périphérique (Running zone) où les participants peuvent utiliser à la fois leurs robots télécommandés et leurs robots autonomes. La zone centrale (Fuji zone) est réservée uniquement aux robots autonomes. Les machines des participants peuvent démarrer le match avec une provision de balles illimitée. Un stock de 16 balles par équipe est également disponible sur le terrain.

6.3 Participants à la compétition de 2002

Vingt équipes ont participé à la compétition ABU Robocon 2002. Ces équipes provenaient de dix-neuf pays d'Asie et du Pacifique.

Le tableau suivant résume les performances réalisées par les participants au tournoi.

Pays	Equipe	Commentaires
Japon	Université de Technologie de Toyohashi (TUT)	L'équipe TUT avait conçu trois robots autonomes pouvant se déplacer très rapidement. Ces machines étaient équipées d'éléments amovibles dont la double fonction constituait leur originalité : (i) placer et centrer les balles dans les tubes (ii) obstruer le tube pour empêcher l'adversaire de l'utiliser par la suite. La rapidité des moteurs a parfois été un handicap et les machines ont déversé plusieurs fois leurs balles à côté des tubes. Une autre originalité de ce groupe porte sur la conception de leur robot télécommandé. La machine peut placer des balles dans les tubes et retirer les balles adversaire au moyen d'une ventouse avec une grande rapidité.
	Institut de Technologie de Kanazawa (Waon)	L'autre équipe représentant le Japon, Waon, avait conçu quatre robots autonomes et un télécommandé. Le robot télécommandé de l'équipe avait présenté quelques problèmes de maniabilité et de stabilité. Cependant, les robots autonomes ont rattrapé ce handicap grâce à leurs performances. L'une de ces machines avait notamment la possibilité de remplacer une balle adversaire par une balle de sa propre couleur dans un tube plein. Les robots autonomes avaient aussi la fonction de se poster près du bord et de signaler par une lumière au manipulateur du robot télécommandé que leur réserve de balles est vide. Le robot repartait à la recherche des tubes vides après avoir été réapprovisionné par le manipulateur du robot télécommandé. Les performances des deux équipes japonaises les ont portées jusqu'aux places de demi-final.
Australie	Université de Queensland (Robotronics UQ)	Cette équipe avait conçu deux robots autonomes et un robot télécommandé. L'un des deux robots autonomes avait réussi la performance de placer deux balles dans le tube du milieu lors du premier match. Cependant l'équipe a été éliminée face au Vietnam et à l'équipe TUT du Japon lors des matches préliminaires car le robot télécommandé et le deuxième robot autonome, possédant le plus grand magasin de balles, n'avaient pas fonctionnés correctement.
Egypte	Université de Ain Shams (DoDo)	
Inde	Institut de technologie de Nirma (The Nirma)	L'équipe avait conçu cinq robots autonomes et un robot télécommandé.
Kazakhstan	Université technique nationale (Ro_Ka)	L'équipe n'avait pas eu le temps de développer plusieurs machines et a effectué les matches avec un robot autonome seulement. L'équipe n'a pas été sélectionnée pour les matches finaux à cause d'un problème de PC qui a immobilisé la machine lors du premier match.
Chine	Université de science et de technologie (USTC-Qiang Qiang)	L'équipe avait conçu un robot autonome et un robot télécommandé. Si la Chine a pu participer au tournoi final, c'est à la fois grâce à la rapidité et à la précision de ses machines. L'équipe a pu placer un très grand nombre de balles dans les tubes au cours de chaque match. Le robot autonome possédait un système de détection par caméra vidéo des tubes vides, il a pu remplir avec précision les tubes n'ayant pas sa couleur de balle. Le robot télécommandé avait un dispositif lui permettant d'enlever les balles de l'adversaire et de les remplacer par des balles de sa couleur.

Iles Fiji	Université du Pacifique Sud (Pacsea)	L'équipe avait conçu un robot télécommandé et un robot autonome. Les deux machines n'ont pas été très performantes mais ont marqué les jurys par l'originalité artistique de leur conception : le robot autonome avait la forme d'une maison typique des Iles Fiji et utilisait le toit comme magasin pour les balles.
Indonésie	Institut Polytechnique d'électronique de Surabaya (Ellite)	L'équipe avait conçu deux robots autonomes et un télécommandé. Les trois machines étaient rapides et petites mais l'équipe n'a pas pu faire face aux performances de l'équipe représentant la Malaisie et a été éliminée durant les matches préliminaires.
Corée	Université d'Incheon (Four-wheel cycle)	L'équipe avait conçu un robot télécommandé possédant une grande réserve de balles et cinq robots autonomes.
Macao	Université de Macao (UMAC)	L'équipe avait conçu un robot télécommandé et deux robots autonomes dont un de très petite taille.
Mongolie	Université de science et de technologie de Mongolie (CSMS)	
Pakistan	Université nationale de science et de technologie du Pakistant (Nustians)	L'équipe avait conçu un robot télécommandé possédant un bras pour ramasser les balles a terre : la lenteur de ce système a été un handicap pour l'équipe car les trois robots autonomes ne possédaient qu'une balle chacuns.
Sri Lanka	Université de Moratuwa (Chaturanga)	L'équipe était venue avec un robot télécommandé et un robot autonome.
Turquie	Université de Sabanci (Koge)	L'équipe était venue avec un robot autonome et un robot télécommandé. Le robot autonome était programmé pour se positionner directement au-dessus du tube du milieu et pour étendre des bras autour afin de remplir les tubes périphériques.
Malaisie	Université multimédia (Roboforce)	L'équipe était venue avec trois robots autonomes et un télécommandé. L'équipe a réussi la performance d'aligner ses balles sur une diagonale.
Népal	Université de Tribhuvan (Sid-Scorpion 4)	L'équipe était venue avec un robot autonome et un robot télécommandé. L'équipe du Népal avait utilisé des matériaux recyclés pour la construction de ses deux machines.
Singapour	Ecole Polytechnique Ngee Ann (Innobots)	L'équipe était venue avec deux robots autonomes et un télécommandé.
Thaïlande	l'université de technologie Thonburi du Roi Mongkut (M.E.M.I.)	L'équipe était venue avec deux robots autonomes et un télécommandé. Le robot télécommandé avait un système lui permettant de retirer les balles adversaires des tubes. Les machines de cette équipe avaient une très grande rapidité de déplacement.
Vietnam	l'université de technologie de la ville d'Ho Chi Minh (Telematic)	L'équipe était venue avec quatre robots autonomes et un robot télécommandé. Les machines ont permis à l'équipe du Vietnam de gagner le tournoi final grâce à la précision de leur système de recherche des tubes vides et à leur rapidité.



6.4 Résultats de la compétition de 2002

Si les deux équipes représentant le Japon ont réussi à atteindre les troisième et quatrième places du tournoi, le match final a opposé l'équipe représentant la Chine à l'équipe représentant le Vietnam. L'équipe du Vietnam a remporté le grand prix du tournoi.

L'équipe représentant la Chine s'est vue décerner le premier prix de rapidité et le prix de la meilleure conception.

Le deuxième prix de rapidité a été décerné aux deux équipes du Japon et l'Université de Toyohashi a gagné le prix de la meilleure idée pour leur système.

Le prix de la meilleure conception artistique a été décerné à l'équipe représentant les Iles Fiji pour l'originalité artistique de leur robot.

La prochaine compétition ABU Robocon se déroulera à Bangkok le 24 août 2003.

7 CONCLUSION

La robotique domestique a progressivement vu le jour par des multiples projets de recherche au sein de laboratoires universitaires, tels que celui de l'université de Waseda. Celle-ci est l'une des premières à avoir consacré ses efforts de recherche au développement de robots domestiques.

Si certaines grandes entreprises telles que Honda ou Sony ont pu développer leurs robots domestiques de façon indépendante en créant leur propre structure de recherche, il faut noter que plusieurs petites et moyennes entreprises préfèrent exploiter les résultats des recherches universitaires en association ou en acquérant des licences de brevets.

Plusieurs associations naissent au Japon sur un schéma de regroupement des efforts et des compétences. Suivant le type de projet, un ou plusieurs laboratoires d'origine universitaire apportent les résultats théoriques de leur recherche et une proposition de prototype, un organisme gouvernemental se charge du soutien relationnel et avance une partie de l'apport financier au projet, tandis que les industriels développent une version commercialisable du produit grâce à leurs compétences technologiques. Cette trilogie est par exemple d'actualité pour le robot Pino : le projet a été développé par un groupe de chercheurs dans le laboratoire du Kitano Symbiotic Systems Project, il a reçu l'aide gouvernementale du programme ERATO pour le financement des recherches jusqu'en 2003, la promotion et le développement technologique de Pino est à la charge de l'entreprise ZMP depuis 2001, tandis que la fabrication du robot se fait par l'industriel Roland DG depuis 2002.

Il apparaît donc bien que si la robotique domestique prétend toucher les foyers au Japon, son devenir sera principalement piloté par les lois du marché et les attentes des consommateurs.

8 SOURCES

Articles de presse tirés de :

- *- Bulletin SFJTI – juillet/août/septembre 2001.
- *- S & T today – septembre 2001.
- *- Le Japon à la page – septembre 2001.
- *- J@pan inc – octobre 2001.
- *- Look Japan – octobre 2001.

Articles de presse tirés de différents journaux japonais (mars-avril 2002) :

- *- The Nihon Keizai Shimbun.
- *- The Japan Time.



*- The Nikkei Business Shimbun.

*- Asahi Shimbun.

*- Nikan Kogyo Shimbun.

Articles de presse concernant la Robocup :

*- The Nihon Keizai Shimbun. 12 juin 2002.

*- The Japan Time. 14 juin 2002, 21 juin 2002.

*- The Nikkei Business Shimbun. 13 juin 2002.

*- Asahi Shimbun. 14 juin 2002. 21 juin 2002.

*- Tokyo Shimbun. 18 juin 2002. 20 juin 2002.

*- Le Monde. 21 juin 2002.

Documentations et brochures distribuées au salon ROBODEX2002 (fin mars 2002).

Documentations et brochures commerciales et industrielles.

Sources personnelles.

(Pour information, certains paragraphes ont été repris d'articles de brèves parues dans le bulletin électronique du Japon de l'ADIT (références 219-220-221-222-223-224-225/TIC/).*

9 SOURCES INTERNET

Honda (§1.1.1)	http://www.honda.co.jp http://www.world.honda.com/robot
Sony (§1.1.2 & §1.3.1)	http://www.sony.co.jp http://www.aibo.com http://www.aibo.com/openr (<i>pour les propriétaire d'Aibo</i>)
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (§1.1.3)	http://www.is.aist.go.jp/humanoid/openhrp/Japanese
Manufacturing Science & Technology Center (§1.1.3)	http://www.mstc.or.jp/hrp/main.html
Kawada Kogyo (§1.1.3)	http://www.kawada.co.jp/english/index.shtml#top
Kitano Symbiotic project (§1.1.4)	http://www.symbio.jst.go.jp http://www.openpino.org http://www.zmp.co.jp http://www.pinoworld.com
Fujitsu (<i>Fujitsu Automicon, Fujitsu Laboratories</i>)	http://www.fujitsu.com/worldwide/ http://pr.fujitsu.com/en/news/2001/09/10.html
Artificial Emotional Creature Project (§1.2.1)	http://www.mel.go.jp/soshiki/robot/biorobo/shibata/shibata.html



ATR (§1.2.2)	http://www.atr.co.jp/index-e1.html
NEC (§1.2.3)	http://www.incx.nec.co.jp/robot/english/index.html
Matsushita / Panasonic (§1.2.4)	http://www.panasonic.co.jp/global
Omron (§ 1.3.2)	http://www.necoro.com
Bandai (§1.3.3)	http://www.bandai.co.jp
Tmsuk (§1.3.4)	http://www.tmsuk.co.jp
SOK – Sogo Keibi Hosho (§1.4.3)	http://www.sok.co.jp
Université de Waseda (§1.5.1)	http://www.humanoid.waseda.ac.jp http://www.takanishi.mech.waseda.ac.jp
Université de Chiba (§1.5.2)	http://mec2.tm.chiba-u.ac.jp
Université de Hosei (§1.5.2)	http://www.hosei.ac.jp
Robocup (§3)	http://www.robocup2002.org http://www.robocup.org http://www.uni-koblenz.de/~fruit/orga/rc02 http://www-2.cs.cmu.edu/2brettb/robocup http://robocup.elet.polimi.it/MLS-2002/Rules2002/rules02/Challenges.html http://www.r.cs.kobe-u.ac.jp/robocup-rescue http://www.robotrex.com
Ville de Fukuoka – RoboSquare (§5.1)	http://www.robosquare.org
Nippon Kagaku Miraikan (§1.1.1)	http://www.miraikan.jst.go.jp
ABU Robocon (§ 6)	http://www.nhk.or.jp/event/robocon/abu_english.html