



Piaget et la robotique cognitive : des machines intelligentes pour le monde réel

Prof. Dr. Jean-Daniel Dessimoz, MBA, HES-SO / HEIG-VD

10.30 – 11.00, 23 mai 2013

swissT.box Robotique <http://lara.populus.org/rub/3>

*Forum de l'Arc-Moutier
swisstfair.ch*



Programme swissT.fair Moutier, le 23 mai 2013

23/05/2013 J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013 1



Les robots industriels sont productifs plutôt que mignons

Alors que les humanoïdes sont avant tout charmants, la conception des robots industriels est entièrement tournée vers leur fonctionnalité: leur seul objectif est le travail – d'une très haute précision et d'une qualité absolument constante. Ils manipulent, installent, soudent, vérifient ou emballent, et font avant tout des travaux répétitifs qui sont monotones ou pénibles pour la main d'œuvre humaine.




Ils apportent ainsi une importante contribution au maintien de notre site de production suisse. Grâce à l'automatisation de notre industrie assure des emplois qualifiés et concourt à ce que nos produits d'excellence puissent être fabriqués à un rapport qualité-prix concurrentiel.

Programme Robotique
*swissT.box «Robotique»
(Stand 1.D13)*

 **Piaget et la robotique cognitive - Des machines intelligentes pour le monde réel**
*Prof. Dr. Jean-Daniel Dessimoz,
HES-SO / HEIG-VD*

 **Innovation - Bike Box**
Urs Krähenbühl, Elpex AG

 **Usinage robotisé**
*Philippe Liscia,
HES-SO / HE-Arc BEJUNE*

 **From Artificial Intelligence to Humanoid Robots**
*Prof. Dr. Rolf Pfeifer, AI-Lab,
Universität Zürich*

23/05/2013 J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013 2

Piaget et la robotique cognitive : des machines intelligentes pour le monde réel

Prof. Dr. Jean-Daniel Dessimoz, MBA, HES-SO / HEIG-VD
Jean-Daniel.Dessimoz@heig-vd.ch

HES-SO // Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale
HEIG-VD // Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion, CH-1400 Yverdon-les-Bains, Vaud, Suisse

Swisst.Fair, Moutier, 23 mai, 2013

Re. J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, Int. Symp. on Rob. Conf., Taipeh, Taiwan, 2012,
et sites web pour plus de détails

<http://www.heig-vd.ch>, <http://lara.heig-vd.ch>

Mot-clefs: Cognitique, Agent Coopératif, Piaget, Commande intelligente temps-réel, Robot industriel

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

3

Contenu

- 1. Introduction**
- 2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente**
- 3. Piaget**
- 4. Conclusion**

<http://lara.populus.org/rub/3>

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

4

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

heig-vd
Haute Ecole d'Ingénieurs et de Gestion
du Canton de Vaud

CETT

institut d'
Automatisation
industrielle
LaRA
Laboratoire de Robotique et Automatisation

Humain & Groupe de Robots RG-Y

à Singapour

? Soyons quantitatifs!

TeleGrab

23/05/2013

CogniMeasure

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

5

1. Introduction 1 de 3

- **Comment changer le monde, et la vie des humains?**
- **Beaucoup a été fait; en particulier:**

1. Robots ;

2. Systèmes et techniques de traitement de l'information (computer technologies, microelectronics, communication devices and networks).

Les robots industriels actuels répondent en général aux exigences de puissance et de précision pour les mouvements.

Mais voici que les robots rencontrent de nouveaux défis, en termes cognitifs.

1. Introduction 2 de 3

- **Environnements industriels de plus en plus complexes et changeants; coopération en temps réel avec les humains et d'autres ressources envisagée.**
- **L'humanité a maintenant besoin de machines, exploitant leurs propres connaissances, de cognition automatisée, de cognitique; d'agents cognitifs agissant dans le monde physique.**
- **Après des années d'activité en robotique industrielle (Unimation-Stäubli, ABB, etc.), nous avons démarré, dès 1998, la conception d'un environnement, baptisé Piaget: pour le développement et la commande très compétitive de robots autonomes, visant de nouvelles tâches, définies annuellement.**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

7

1. Introduction 3 de 3

- **Nous avons poursuivi le développement de Piaget, atteignant le type visé de solutions performantes.**
- **Puis dans le même but, nous nous sommes joints aux 5 premières années de l'initiative Robocup"@Home :**
 - **"intégrer la robotique et l'intelligence artificielle - AI"**
 - **objectif à long terme: le design de robots performants, capables d'initiative individuelle, de coopération avec les autres robots et les humains, ainsi que de déplacements rapides, et d'actions efficaces dans le monde réel.**
 - **Les niveaux de performance visés sont comparables à ceux des meilleurs joueurs de foot humains. Ou des meilleures aides à domicile.**
- **Le temps est maintenant arrivé d'étendre nos méthodes à succès aux défis industriels qui se présentent.**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

8

Contenu

1. Introduction

2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente

3. Piaget

4. Conclusion

<http://lara.populus.org/rub/3>

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

9

2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente

A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

B. Exigences pour un nouvel ensemble: architecture et langage

C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches

D. MCS, théorie pour la cognition

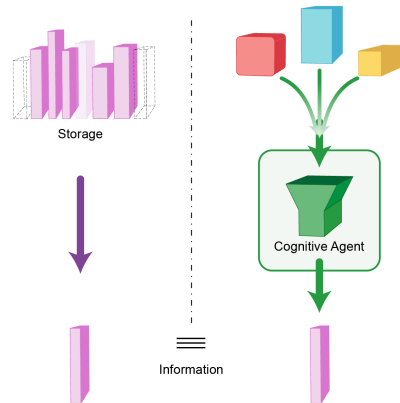
23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

10

2.A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

A.1 Cognition? intelligence? commande intelligente?



La cognition et, effectivement, les systèmes cognitifs, génèrent l'information pertinente, exactement similaire à l'information pré-stockée – lorsque celle-ci est disponible.



23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

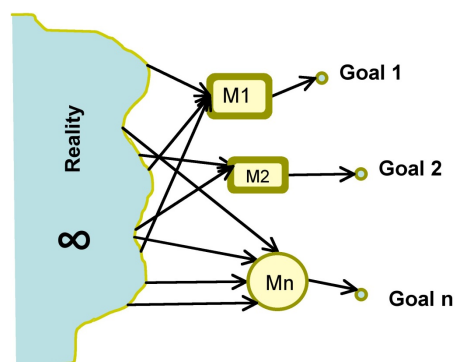
11

2.A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

A.2 Quels types d'applications vise-t-on?

La réalité est très complexe, mais la sélection d'un but permet typiquement d'utiles modélisations, infiniment plus simples.

Notre but, c'est la conception de robots coopératifs intelligents.



23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

12

2.A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

A.3 Quelles stratégies sont appropriées? Le but juste évoqué dans le paragraphe précédent exige un système très complexe, immergé dans le monde réel, en particulier opérationnel en temps réel, et capable d'aborder les applications les plus avancées, en termes d'automatisation et de tâches cognitives, en coopération avec les humains.

Pour être gérable, le système proposé doit s'organiser en une hiérarchie de ressources coordonnées, de contextes et de points de vues spécialisés, chacun restant individuellement beaucoup plus simple.

Une autre stratégie consiste, à tous les niveaux de la hiérarchie, dès le sommet, de s'appuyer autant que possible sur les solutions élémentaires existantes – des sous-systèmes.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

13

2.A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

Ici où beaucoup d'intégration doit se faire, la première priorité pour la sélection des composants, curieusement, est moins sur les capacités fonctionnelles extrêmes de ces éléments que sur leur disponibilité sûre et leur robustesse opérationnelle.

Les candidats possibles en termes de composants peuvent se trouver, de cas en cas,

- sur le marché commercial,
- dans les publications scientifiques et techniques,
- ou par d'autres sources encore, y compris, lorsque nécessaire,
 - Par de nouveaux développements propres

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

14

2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente

A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

B. Exigences pour un nouvel ensemble: architecture et langage

C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches

D. MCS, théorie pour la cognition

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair Moutier 2013

15

2. B. Exigences pour un nouvel ensemble: architecture et langage

Au premier jour, en 1998, comme encore aujourd'hui, le système que l'on vise ne pouvait pas se trouver, tout fait, sur le marché ou dans d'autres laboratoires. Néanmoins, des composants de plus en plus évolués se sont développés. A l'articulation entre ces deux réalités, la première composante apparue comme **nécessaire pour notre but s'est avérée être **un nouvel ensemble, architecture et langage, que nous avons appelé "Piaget"** en référence au fameux psychologue du même nom, scientifique reconnu de la cognition humaine, qui y a contribué de façon majeure, spécialement dans le contexte du développement des jeunes enfants.**

Le concept "Piaget" pour architecture et langage a évolué en 2 ou 3 étapes principales, comme décrit avec plus de détails en Section 3.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

16

2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente

A. Premier stade dans l'exploration de la cognition

B. Exigences pour un nouvel ensemble: architecture et langage

C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches

D. MCS, théorie pour la cognition

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

17

2. C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches 1 of 3

- **Estimation quantitative:**
 - Saut par dessus un mur?: **Hauteur** du mur, **mesurée en mètres, critique**
 - **De même, en cognition** (complexité, connaissance, expertise, etc.) ! (re. MCS en Section 2.D).
- **Tests comparatifs**
 - (conférences et veille technologiques, utiles)
 - En plus, réaliser des systèmes pour le monde réel permet d'**implémenter réellement les théories** proposées.
 - =>compétitions effectives sur des **applications-tests communes,**
 - **interaction active avec des experts internationaux.**
- **La stratégie pour nous:** rejoindre successivement deux initiatives internationales - **Eurobot et Robocup@Home.**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

18

2. C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches 2 of 3

- Deux avantages apparemment opposés:
 - Dans les premiers temps: **éléments industriels** choisis comme **composants** fiables pour nos systèmes, progressivement **intégrés** à notre environnement **Piaget**.
 - Récemment: les **applications robotiques industrielles** sont devenues si complexes, qu'elles **appellent des solutions de type Piaget**, capables, au-delà de la commande propre des bras robotiques, de développer/conduire/commander avec efficacité l'ensemble des ressources requises;
- Ainsi Piaget assure l'“articulation”; tout à la fois avant, et après, ce sont les **composants standard, industriels et/ou commerciaux qui s'imposent**.
- Dans le contexte industriel, c'est la **concurrence des marchés**, bien sûr avec le cadre légal nécessaire, qui pour l'essentiel constitue les **benchmarks les plus pertinents**.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

19

2. C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches 3 of 3

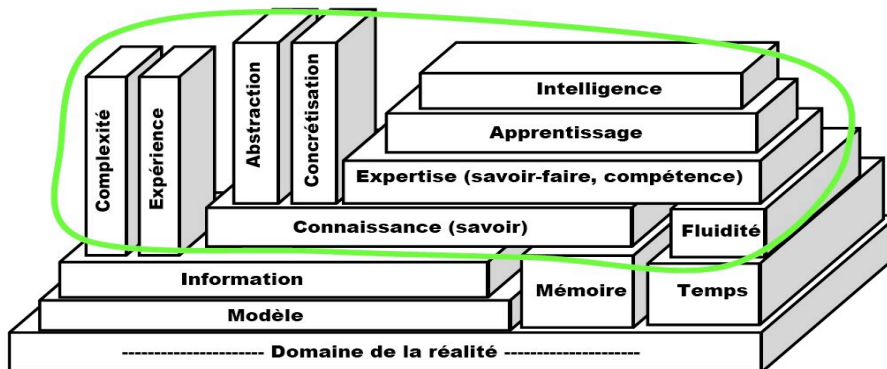


Fig. Sur la base de concepts classiques (en blanc; à revisiter néanmoins), les éléments entourés de vert sont définis dans la théorie “MCS” pour la cognition

L'expertise est particulièrement importante; un B-Prize!

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

20

2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente

- A. Premier stade dans l'exploration de la cognition
- B. Exigences pour un nouvel ensemble: architecture et langage
- C. Estimation métrique et tests comparatifs pour trier les approches
- D. Théorie MCS pour la cognition**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

21

2. D. Théorie MCS pour la cognition

1 de 6

Concept *Brève description*

Modèle	Représentation <i>élémentaire, pour un but</i> précis
Information	Forme l'opinion de l'agent qui la <i>reçoit</i>
Complexité	<i>Quantité d'information</i> requise pour description
Connaissance	Capacité de <i>générer l'information pertinente</i>
Expertise	Capacité de <i>générer rapidement</i> l'information pert.
Apprentissage	<i>Augmentation</i> de l'expertise
Expérience	Quantité d'information pertinente observée
Intelligence	Capacité d'apprendre (taux apprentissage/ expérience)

Table. Brève description, intuitive, de concepts cognitifs formellement définis ailleurs, avec équations and unités de mesure spécifiques.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

22

2. D. Théorie MCS pour la cognition

2 de 6

Notre **cadre formel**, “MCS”, permet l’évaluation quantitative des tâches cognitives, soit pour définir les exigences a priori, soit pour caractériser les performances a posteriori. Pour humains et pour machines.

Information:	$n = \sum p_i \log_2(1/p_i)$ [bit]
Knowledge:	$K = \log_2(n_{out} 2^{n_{in}} + 1)$ [lin]
Fluency:	$F = 1/\Delta t$ [s ⁻¹]
Expertise:	$E = K \cdot F$ [lin/s]
Learning:	$\Delta E = E(t_1) - E(t_0); > 0$ [lin/s]
Experience:	$R = r(n_{in} + n_{out})$ [bit]
Intelligence:	$I = \Delta E / \Delta R$ [lin/s/bit]
relative Agility:	$Ar = \tau / T$

T: Fluency⁻¹ and communication delays
 τ: Reaction time of target system, to be controlled
 r: number of witnessed experiments

Fig. Equations pour estimer quantitativement les propriétés principales en cognition (métrique; yc connaissance – knowledge, apprentissage – learning, et vitesse - fluency). L’information est, classiquement, due à Shannon.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

23

2. D. Théorie MCS pour la cognition

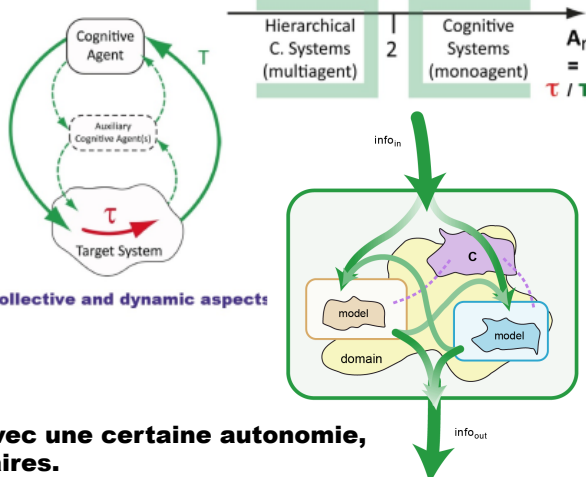
3 of 6

Le temps et l’échelle sont des propriétés très importantes en cognition.

En particulier, dans toutes les boucles de commande, que ce soit dans des systèmes à agents uniques ou multiples, des contraintes dynamiques strictes permettent – ou pas – des résultats stables.

Des agents auxiliaires, avec une certaine autonomie, peuvent s’avérer nécessaires.

Des individus peuvent se coordonner et ainsi collectivement former un groupe ; et réciproquement.



23/05/2013

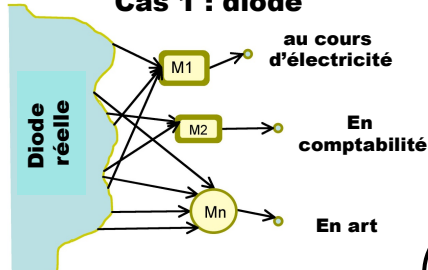
J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

24

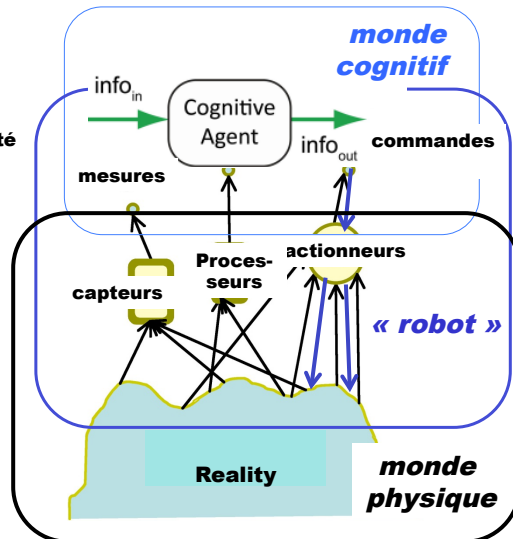
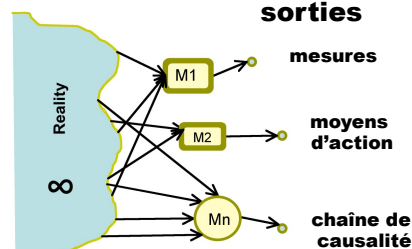
2. D. MCS, théorie pour la cognitique 4 de 6

« Embodiment »

Cas 1 : diode



Cas 2: entrées-sorties



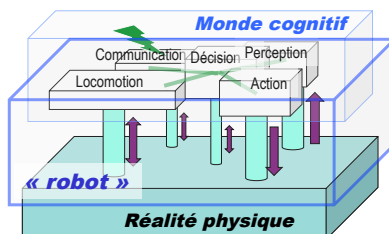
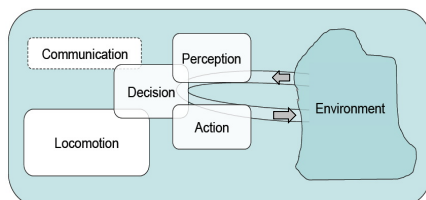
23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

25

2. D. MCS, théorie pour la cognitique 5 de 6

Embodiment



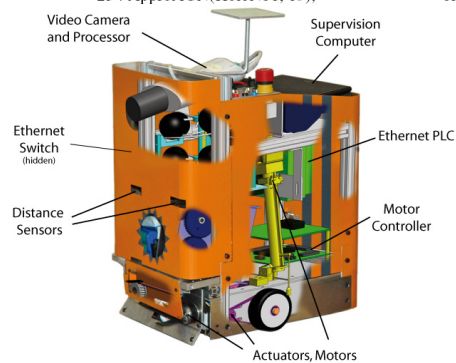
23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

26

```

11: SleepAGN(0.05);                                brea
12: if(!SignalIn(NSISStart))
    GoState(6);
    else
    GoState(20);                                    brea
20: DemarrerMatchAGN();                             // start 90 s tir
                                                brea
21: SignalOutAGN(NSOAspireur, true);                // start n
                                                brea
22: SignalOutAGN(NSORouleauIN, true);               // start m
                                                brea
23: ApproAGN(HoleNb1, 15);                          brea
    
```



2. D. MCS, théorie pour la cognition

6 of 6

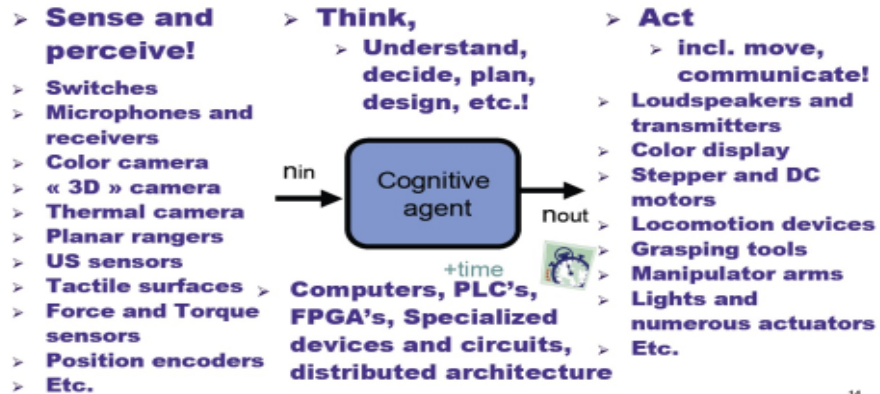


Fig. Les systèmes "smart" sentent, pensent et agissent. Les composantes cognitives de ces processus impliquent typiquement de grandes quantités d'information (>> 1 Mb), et de grandes vitesses (jusqu'à 10^7 [1/s] et plus).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

27

Contenu

1. Introduction
2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente
3. Piaget
4. Conclusion

<http://lara.populus.org/rub/3>

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

28

3. Piaget

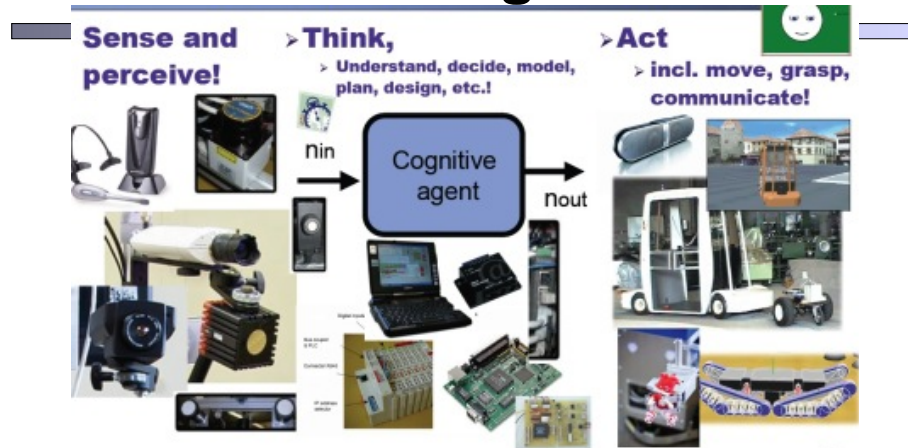


Fig. Les systèmes "smart" sentent, pensent et agissent. Cela s'appuie sur une variété de composants performants, qu'il s'agit d'intégrer de façon flexible, de (re-)configurer et de rendre opérationnels. Pour cela: Piaget!

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

29

3. Piaget

A. Aspects centraux

A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources "ouvertes".

A.2 Piaget et VAL

A.3 Soutien matériel

B. Aspects d'intérêt particulier

B.1. Capacités de simulation

B.2. Actions interactives et langage interprété

B.3. Quatre niveaux de programmation "plus".

B.4. Degrés multiples de performance en coopération

B.5. Instruction et tâche "Test"

B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

30

3. Piaget

A. Aspects centraux

A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” .

A.2 Piaget et VAL

A.3 Soutien matériel

B. Aspects d'intérêt particulier

B.1. Capacités de simulation

B.2. Actions interactives et langage interprété

B.3. Quatre niveaux de programmation “plus” .

B.4. Degrés multiples de performance en coopération

B.5. Instruction et tâche “Test”

B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

31

3. A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 1 of 6

Les ordinateurs, les produits standards en électronique et microtechnique sont disponibles depuis longtemps.

Le premier composant crucial qui apparut manquant, ce fut un environnement orienté application, avec des capacités de parallélisme, de temps réel, et des possibilités très ouvertes pour l'intégration de nombreux, produits et services, hétérogènes. Les langages comme Pascal, C, (aujourd'hui C++ ou C#) n'étaient pas, naturellement, destinés au parallélisme. De même, les systèmes d'exploitation courants, tels que DOS, RTDOS ou Windows n'offrent pas un parallélisme suffisamment agile pour nos contraintes de commande (par ex. temps de commutation inférieur à la milliseconde, et la réactivité E/S pour la coordination et la commande bas-niveau de moteurs). C'est pour cela que nous avons créé Piaget.

Parmi les approches pour tenter de résoudre ce problème: Webots, ROS (ressources interconnectées dynamiquement par TCP ou IUP), Microsoft Robotics (Developer) Studio (commencé en 2006), ou mieux, en termes de capacités monde-réel, de nombreuses solutions propres développées par des PME avec des contraintes ad hoc, en vue d'une automation orientée application.

Pour nos types d'applications, Piaget n'est encore pas égalé.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

32

3. A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 2 of 6

Classiquement, un noyau multi-tâches implique beaucoup d'opérations sur des piles, pour l'utilisation maximale des registres rapides. Au contraire, nous avons revisité une vieille solution de Texas Instrument, selon laquelle le changement de tâches est efficacement fait, simplement en **changeant de contextes en mémoire ordinaire**, pariant sur le progrès des mémoires-caches et des qualités de compilation.

En Piaget, les instructions sont numérotées (cf. Fig.). Un pointeur de programme de métaniveau est défini pour chaque tâche et se réalise typiquement dans le langage d'implémentation comme un paramètre d'instruction “switch/case”.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

33

3. A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 3 of 6

Un éventuel suffixe “AGN” indique explicitement, que, pour la tranche de temps suivante, le programme continue à l'instruction Piaget suivante instruction.

Fig. Exemple d'instructions en langage Piaget

```

.....
11: SleepAGN(0.05);                               break; case
12: if(!SignalIn(NSIStart))
    GoState(6);
    else
    GoState(20);                                   break; case
20: DemarrerMatchAGN();                           // start 90 s timer etc.
                                                break; case
21: SignalOutAGN(NSOAspirateur, true); // start motor vacuum
                                                break; case
22: SignalOutAGN(NSORouleauIN, true); // start motor brush
                                                break; case
23: ApproAGN(HoleNb1, 15);                         break; case
24: MoveAGN(HoleNb1);                             break; case
25: MoveAGN(Trans(173,90,-90));                   break; case
26: ObserverLigneAGN(NL, NCStart, NCStop) // Visual analysis of a row
    if (N2Jaune>0) // totems are yellow; balls are white
        {PositionTotemOuBalle[1].TypePosition=Totem;
        nbTotem = nbTotem+1;}
    else
        PositionTotemOuBalle[1].TypePosition=Balle;
                                                break; case
27: ...

```

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

34

3. A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 4 of 6

Nos applications utilisent typiquement **environ 20 agents (“tâches”) parallèles**. L'expérience montre que les ordinateurs actuels peuvent **les servir (entrer, faire le travail, et ressortir) tous successivement en 1 cycle d'environ 2 microsecondes, càd. que chaque agent avance par tranches de 100 nanosecondes en moyenne.**

Ainsi en général, le changement de tâches internes Piaget se réalisent bien des milliers de fois plus souvent qu'il n'est possible avec les outils standard de “threading” des systèmes opérationnels natifs

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

35

3. A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 5 of 6

Fig. Pour assurer les changements d'agent les plus agiles possibles, la commande se concentre dans le noyau Piaget pour des milliers d'itérations avant de retourner à l'OS. Dans le cas ci-contre la boucle principale s'est visitée **502'272 fois par seconde, estimation faite sur la base d'un essai durant 191 secondes.**

```
while (! DesiredInteraction) {
    Ticks+=1; //
    //Task01(); // Music
    Task02(); // Move one step
    Task03(); // Read keyboard
    Task04(); // Perform point to point wheel
                // motion
    Task05(); // Define strategy (typical user
                // programming context)
    Task06(); // Update Inputs/Outputs
    Task07(); // Display real and simulated
    status
                // and current
    configuration
    Task08(); // Compute inverse kinematics and
                // spatial motions
    Task09(); // Flash control LED
    Task10(); // Analyze images
    Task11(); // Manage reflex or USB
    servocontroller
    //Task12(); // Manage ball operations (pick,
                // store and shoot)
    //Task13(); // Test inputs
    Task14(); // Communicate
    Task15(); // Manage ranger perception
    Task18(); // Interpret “Piaget” primitives
    Task19(); // Manage voice dictation
    Task20(); // Manage dialogue
    Task21(); // Manage maps
}
```

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

36

3.A.1 A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes” 6 of 6

En terminologie MCS, le code de la tâche apporte la connaissance et, par son exécution sur l'ordinateur, transforme de facto ce dernier en l'agent correspondant. Comme indiqué dans la Fig. , “Ticks” s'incrémente à chaque cycle “scheduler” du noyau. Sur un ordinateur courant, un tel cycle peut s'exécuter environ 500'000 fois par seconde, incluant bien des retours à l'OS pour gérer ses tâches ordinaires (communication , souris, etc.; re. “DesiredInteraction”). Ceci signifie qu'en moyenne un agent prend de façon exclusive que 100 nanosecond par tour, ce qui est excellent pour nos buts. Un paramètre, “TicksPerSecond”, joue un rôle-clef pour la chronométrie rapide des événements en Piaget; il peut s'ajuster manuellement ou automatiquement synchronisé sur la base d'expérience.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

37

3.A.2 Piaget et VAL 1 of 3

Le langage Piaget language inclut ce qui suit:

- en principe, des **instructions très spécifiques, orientées application**, par exemple l' instruction “ChoisirLePontVisuellement”.
- aussi utile, un **subset de l'excellent langage VAL for robotics**. Par cela, deux avantages principaux:
 1. VAL garde une vue plutôt générale au niveau robotique et automatisation (par ex. l'instruction “Signal i” pour enclencher la sortie booléenne numéro i) , ce qui est utile pour les premières phases d'une nouvelle application.
 2. Ceci prépare un standard commun pour les nouveaux agents mobiles et les robots classiques, industriels. Val remonte aux débuts de la robotique industrielle , et keeps continue d'évoluer.
- Piaget soutient les **cinématiques** directe et inverse ainsi que les calculs de **transformations et de repères** auxiliaires, sous forme de matrices et de coordonnées homogènes (re. Fig.).

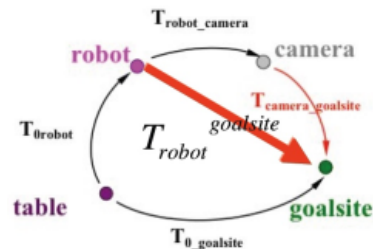
23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

38

3. A.2 Piaget et VAL 2 of 3

The



$$T_{robot}^{goalsite} = T_{robot}^{camera} \cdot T_{camera}^{goalsite}$$

Fig. Dans les étapes internes, les applications de robots requièrent beaucoup de calculs de positions, de repères et de trajectoires, qui sont pratiquement impossibles à résoudre sans les connaissances de l'art. En particulier, Piaget soutient le raisonnement par graphes de transformation et les calculs de matrices homogènes.

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

39

3. A.2 Piaget et VAL 3 of 3

La commande de mouvement est typiquement hiérarchisée en trois niveaux:

**programmation,
coordination et
Commande d'articulation,**

avec des vitesses de cycle élémentaire valant respectivement environ 500, 15, and 0.5 millisecondes.

L'instruction Piaget "CALLAGN(number)" est particulièrement importante. Alors qu'en Val, l'instruction "Call" lance un autre programme, et continue après son terme, en Piaget, l'instruction a des propriétés additionnelles, cruciales pour les systèmes parallèles : cela permet en plus la commutation avec tous les autres agents à chaque instruction, ainsi que l'avance pas par pas, pour dépannage, dans le seul agent, stratégique, d'intérêt majeur.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

40

3.A.3. Soutien matériel 1 of 4

Notre environnement Piaget a fonctionné en trois configurations principales.

1. Initialement, une base de type IBM-PC, avec accès par port parallèle s'est utilisée, sous les systèmes d'exploitation OS DOS ou Windows. Raisons: grande disponibilité de produits et services compatibles, protocoles et pilotes.
2. Ensuite une version "allégée" de Piaget (Piaget-light) s'est implémentée sur un minuscule PC intégré (Beck IPC), avec une FPGA additionnelle selon nos développements propres, pour la gestion des codeurs de positionnement et la commande PWM de moteur, sous contraintes de volume limité.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

41

3. A.3. Soutien matériel 2 of 4

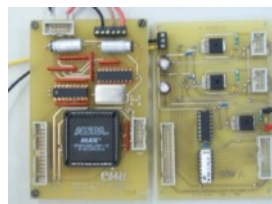


Fig. 11. PC intégré, et FPGA, pour l'implémentation de Piaget-light dans de petits robots.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

42

3. A.3. Soutien matériel 3 of 4

3. Actuellement, Piaget tourne typiquement sur un système hétérogène, qui inclut des composants évolués, en principe interconnectés par Ethernet et TCP-IP; à cause de manque de disponibilités dans ce standard, un certain nombre de ressources sont connectés de façon similaire, selon un mode complémentaire, USB.

- **Au niveau supervision, un PC en contexte Windows est de règle, toujours pour des raisons de compatibilité avec d'innombrables ressources complémentaires existantes.**
- **Plus près du niveau physique, des composants spécialisés, assurent l'autonomie nécessaire pour les processus rapides:**
 - **motioncontrollers, PLC, cameras, rangiers, avec leur propre ressources de traitement d'information, avec puissance et robustesse, dans leur propre cadre (re. Fig.)**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

43

3. A.3. Soutien matériel 4 of 4

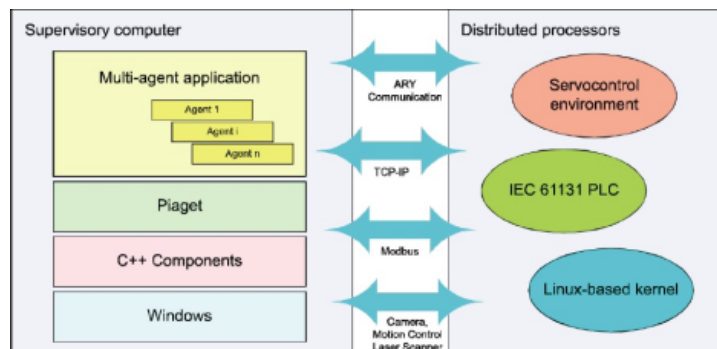


Fig. Les exigences élevées en termes de cognition et d'action, posées par nos applications complexes, dans le monde réel, réclament une grande sophistication de structures, et une hétérogénéité de ressources, canaux de communication, et protocoles adaptée aux circonstances.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

44

3. Piaget

A. Aspects centraux

A.1 Parallélisme, temps-réel, et ressources “ouvertes”.

A.2 Piaget et VAL

A.3 Soutien matériel

B. Aspects d'intérêt particulier

B.1. Capacités de simulation en Piaget

B.2. Actions interactives et langage interprété

B.3. Quatre niveaux de programmation “plus”.

B.4. Degrés multiples de performance en coopération

B.5. Instruction et tâche “Test”

B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

45

3. B.1. Capacités de simulation en Piaget 1 of 4

- **Capacités de simulation très étendues.** Globalement, ou par segments (Fig.), les choses peuvent se simplifier (par ex. pas d'énergie à gérer sur les robots simulés; pas de mouvements du programmeur vers les boutons physiques, pas de déplacement et orientation au labo pour les redémarrages), se copient facilement, et se font plus robustes, ce qui est précieux pour certaines phases de développement.

- Néanmoins, le même environnement, lorsque les ressources correspondantes, physiques, sont disponibles, **peut devenir opérationnel dans le monde réel.** Ce dernier point constitue évidemment le must ultime.

- Certains défendent les automates in-situ, mais ceux-ci ne sont pas applicables lorsque le **passé et/ou le futur doivent se considérer**, sans parler des mondes hypothétique, d'un positionnement ubiquitaire ou de la prise en compte de dimensions non-physiques.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

46

3. B.1. Capacités de simulation en Piaget 2 of 4

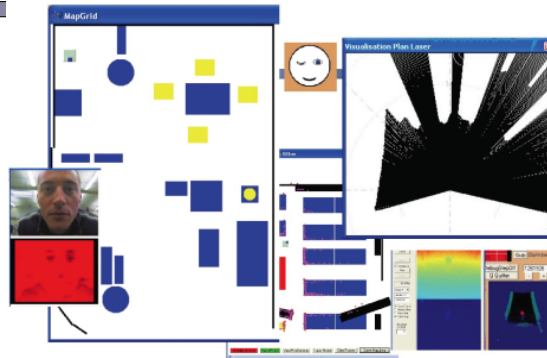


Fig. Piaget comprend de nombreuses possibilités en mode de simulation. Par exemple, 5 images peuvent se sélectionner simplement lorsqu'une caméra n'est pas branchée, des spirales bruitées sont générées pour les rangers virtuels, des cartes aident pour l'analyse de mouvement et la perception en monde virtuel

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

47

3. B.1. Capacités de simulation en Piaget 3 of 4

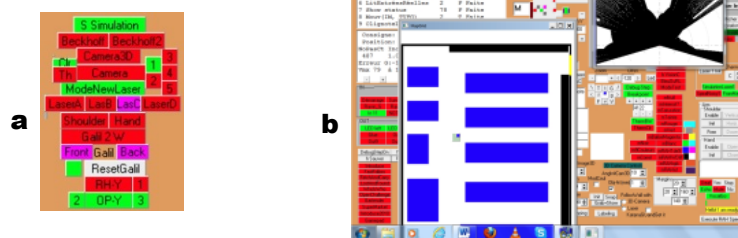


Fig. Dans cet exemple, aucune ressource physique n'est connectée à l'ordinateur de supervision (Fig.a); les données de ranger (Fig.b haut de la fenêtre, à droite) sont alors calculées à partir des mouvements virtuels de robot et d'objets représentés dans la carte (Fig.b bas de la fenêtre, à droite).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

48

3. B.1. Capacités de simulation en Piaget

4 of 4

Dès lors **l'environnement Piaget apporte des avantages incomparables**, non seulement en termes de modélisation comme *alternative* à l'accès direct à la réalité **mais aussi** pour la compléter, encourageant ainsi une forme de *réalité augmentée*.

Pour Piaget, les possibilités de simulation continuent de se développer avec une priorité aux résultats, càd. si et seulement si elles sont susceptibles de rendre les résultats dans le domaine d'application cible plus efficaces et/ou plus efficaces.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

49

3. B.2. Actions interactives et langage interprété en Piaget 1 of 3

Notre environnement Piaget a des capacités très étendues de commande interactive, exploitables sous la responsabilité du programmeur lorsque les programmes sont écrits.

En plus, le même environnement peut aussi, souvent en frappant sur une seule touche, ou avec un seul clic de souris, devenir opérationnel, autonome et éventuellement coopératif dans le monde réel.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

50

3. B.2. Actions interactives et langage interprété en Piaget 2 of 3

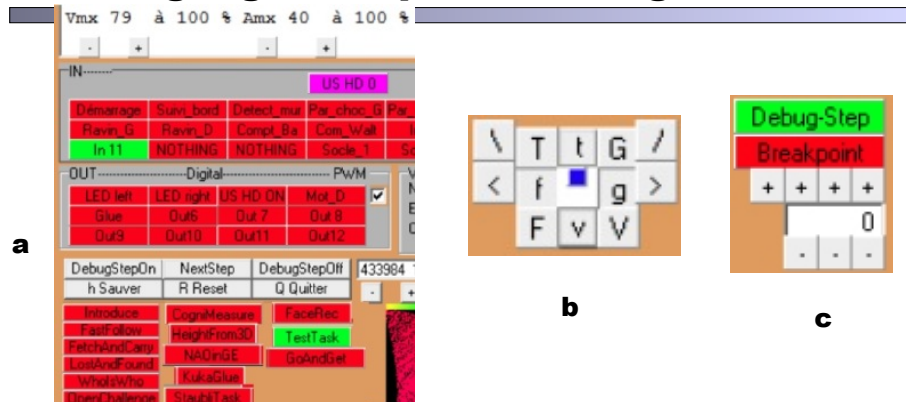


Fig. Beaucoup d'actions peuvent se commander en frappant une seule touche (par ex. "h" pour sauvegarder les choix courants) ou en cliquant sur un bouton ou un panneau (a, b). Le programme peut se dépanner avec des pas-à-pas Piaget et des breakpoints sur les instructions Piaget (c).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

51

3. B.2. Actions interactives et langage interprété en Piaget 3 of 3

Dans la Fig. précédente par exemple, de simples lettres frappées au clavier ("R", "h", "t", "T", "+", "space bar") permettent des dizaines d'actions immédiates ; de même, cliquer sur des boutons et des panneaux déclenchent l'une ou l'autre de **centaines d'actions immédiates**.

La commande "h" offre l'avantage supplémentaire de **sauvegarder la configuration courante** pour un usage ultérieur, pour les sessions futures.

Ces commandes s'interprètent en temps réel, aussi bien en mode immédiat, qu'interactif, et aussi lorsque ces commandes sont liées à la phase "d'exécution" des programmes pré-compilés.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

52

3. B.3. Quatre niveaux de programmation en Piaget, “plus”.

1 of 2

Quatre modes de programmation, de complexité croissante.

1. (Niveau “0”) : technique *interactive*, comme décrit en section B2, apportant des *avantages multiples*. L'utilité est d'abord immédiatement opérationnelle; la seconde, la capacité d'exploration, pour buts d'entraînement et de développement; la troisième: pour la programmation. Bien qu'il n'y ait pas de mode “script” à ce niveau, les commandes “h” ou “save” permettent de “geler” la configuration, c.à.d. de *sauvegarder de nombreux paramètres modifiés interactivement*.

2. (Niveau “1”) : technique de *programmation Piaget 1*, permettant à l'utilisateur typique d'exprimer des *stratégies nouvelles*, de façon relativement classique, c.à.d. de programmer *en langage Piaget, de très haut niveau, orienté application* (re. Fig., classiquement pour nous, “Task05”). A ce niveau, il est aussi possible, en option, que les utilisateurs intègrent des commandes du langage d'implémentation (c.à.d. de cas en cas, C++, C#, C ou Pascal). En particulier, toutes les commandes pratiquées de façon interactive au niveau 0 peuvent se réutiliser comme instructions au niveau 1.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

53

3. B.3. Quatre niveaux de programmation en Piaget, “plus”

2 of 2

3. (Niveau “2”) : mode permettant aux *utilisateurs d'ajouter ou d'enlever leurs propres agents parallèles*. Ceci requiert un peu plus d'expertise des utilisateurs, même si chaque agent parallèle est en principe écrit individuellement comme au niveau 1.

4. (Niveau “3”) : mode réservé aux experts qui *développent et implémentent le langage Piaget et son environnement*, par ex. en ajoutant de nouvelles instructions, pilotes ou commandes pour de nouvelles ressources. En particulier, à ce niveau 3, les contributions nouvelles faites par les utilisateurs au niveau 1 peuvent souvent s'optimiser et mieux s'intégrer à Piaget, et ainsi être mieux rendus disponibles à tous les utilisateurs potentiels, y compris aux niveaux 0 et 1.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

54

3. B.4. Degrés multiples de performance en coopération, avec Piaget 1 of 3

Les systèmes pour le monde réel requièrent en particulier la coordination temps-réel de multiples processus et ressources. Piaget permet schématiquement **cinq degrés de synchronicité**:

1. Le cycle le plus rapide de coordination dure en moyenne **environ 2 microsecondes** (μs), avec le noyau multi-tâches décrit en section 3A. Par exemple un mouvement (global) programmé en coordonnées cartésiennes déclenche plusieurs niveaux de nombreuses tâches parallèles (sous-)tâches: cinématique inverse, loi de mouvement coordonné, possibilité d'asservissement au niveau articulation à haute cadence.
2. Le parallélisme au niveau du système d'exploitation implique typiquement des changements avec périodes de plus de 10 ms.
3. La coordination se réalise souvent via des échanges de fichiers, par exemple entre différents programmes sur l'ordinateur de supervision, éventuellement écrits dans des langages différents et/ou impliquant des compilateurs différents; la durée de tels cycles est probablement meilleure, càd. plus courte, que 50 ms.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

55

3. B.4. Degrés multiples de performance en coopération, avec Piaget 2 de 3

4. Lorsque les échanges impliquent des ressources périphériques telles que des capteurs évolués, d'autres ordinateurs, ou des robots, les techniques de type TCP-IP ou USB sont applicables, et la coordination s'assure ainsi avec des **délais de l'ordre de 0.1 seconde**.

5. Pour les boucles de niveau application, par ex.
- des robots coopérant en milieu domestique , ou
 - des robots industriels s'engageant pour des situations complexes ,
- voici quelques processus à considérer: l'exploration de l'environnement physique, les gestes visuels ou **éventuellement des dialogues vocaux**, y c. les en-têtes d'invitations et les validations de réponses.

Ce type d'actions peut entraîner au total des durées de l'ordre de 1 à 10 secondes, et même parfois plus longtemps.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

56

3. B.4. Degrés multiples de performance en coopération, avec Piaget 3 de 3

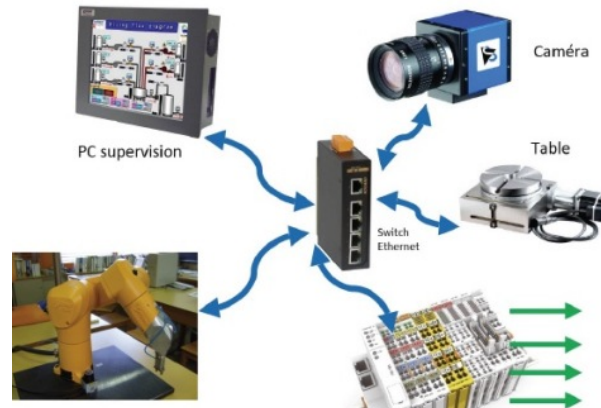


Fig. La communication entre composants principaux en contexte Piaget exploite typiquement du TCP/IP et/ ou de l'USB; ici via un hub (ou switch).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

57

3. B.5. Instruction et tâche "Test", en Piaget 1 de 2

La programmation peut se faire graduellement en termes de complexité.

1. Pour simplicité et un démarrage rapide, les nouveaux utilisateurs peuvent écrire leur premier programme de niveau 1 juste avec **une seule instruction située en étiquette "900" pour l'agent "stratégie". Typiquement, une application commence avec une phase propre de préparation, au début de la tâche "stratégie"; ensuite, une phase commune de lancement se déroule. La demande de continuation peut se faire de nombreuses manières à choix: signal booléen par bouton, entrée simulée (clic similaire ou touche "D" au clavier), commande vocale ("Go", "Yes", etc.; by clicking or speaking in robot's microphone.); ou finalement, d'intérêt particulier ici, la commande "**ModeTest**" permet de lancer le code situé en zone 900.**

2. Ensuite, ceci peut se développer de façon similaire en plusieurs instructions, à partir de cette même adresse.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

58

3. B.5. Instruction et tâche “Test”, en Piaget 2 de 2

3. Une application “*TestTask*” est disponible, comme exemple de programmation simple qui peut se modifier librement pour de nouveaux utilisateurs pour acquérir de l’expérience (cf. les “boîtes-à-sable/sandbox” dans d’autres contextes).
4. L’expérience s’accumulant, l’expertise augmente également et la programmation devient plus sophistiquée, par ex. incluant la définition de nouveaux éléments dans le contexte d’implémentation Piaget (C++, C#, etc.).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

59

3. B.6. Exemples d’application: Piaget pour la cognitive 1 de 13

Cette section donne 5 exemples d’applications développées et conduites en Piaget; exemples en cognition automatisée, en cognitive. Les trois premiers reflètent les domaines principaux successifs d’application de Piaget: Eurobot, Robocup@Home, et la robotique industrielle; les deux suivantes illustrent respectivement les techniques de vision robuste et l’estimation quantitative des grandeurs cognitives, facilitée en Piaget.

1. Piaget fut concrètement créé pour les compétitions Eurobot. Comme illustré, dans la compétition “Coconut-rugby”, des ensembles de 2 robots ont 1.5 minute pour battre les robots opposés, qui tentent de faire la tâche symétrique: attrapper des noix de cocos, les porter ou les lancer dans le filet d’en-face ou la zone bleue d’essai”, de défendre ses buts, et éventuellement de ressortir les balles marquées par l’autre équipe. Une compétence typique consiste à localiser visuellement les cocotiers et des noix de coco positionnés aléatoirement. De telles compétences incluent la perception rapide (0.1 s) de 9 catégories robustes des couleurs, la reconnaissance des noix et des arbres, aussi bien que la conversion des coordonnées de positionnement en lignes et colonnes sur l’image en valeurs cartésiennes X-Y sur le terrain(voir Fig.)

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

60

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 2 de 13

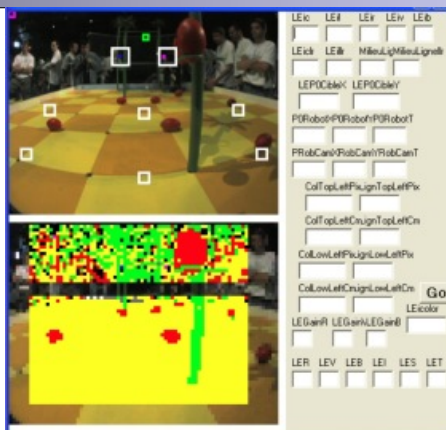


Fig. Les compétences en Piaget incluent la perception rapide des couleurs et la reconnaissance d'objets, ainsi que les conersions de coordonnées entre image et terrain.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

61

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 3 de 13

2. Le passage à Robocup@Home a exigé plus de complexité. La Fig. illustre la gestion de dialogue vocal comme typiquement assuré en contexte et langage Piaget, ainsi que la reconnaissance visuelle des visages.



Fig. A gauche, les panneaux et les champs-textes Piaget illustrent des dialogues vocaux typiques: yes/now peut simuler des données de microphone; les commandes reconnues apparaissent en vert (ici " ", entre deux phrases, telles que « Go to door ») et le texte synthétisé en jaune. A droite, le visage est reconnu pour le test "Who is Who" .

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

62

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 4 de 13

Des tests avancés en termes de capacités cognitives et d'interaction humain-robot ont été démontrés dans les compétitions Robocup@Home au niveau mondial, par ex.

“CopyCat”: programmer en montrant

“FastFollow”: conduire un robot dans une nouvelle habitation juste en marchant (Fig.),

“Walk'nTalk”: entraînement d'un robot dans une nouvelle habitation en marchant et en définissant vocalement les objets et positions clefs (Fig. 20);

“OpenChallenge”: par ex. à Singapour notre groupe robotique inclut trois robots coordonnés, et en particulier un humanoïde pour office de médiation entre humains et machines (Fig.). Cf. <http://rahe.populus.ch> et YouTube

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

63

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 5 de 13



Fig. A gauche, notre robot RH-Y analyse visuellement et reproduit immédiatement chacun des déplacements d'objets exécutés manuellement par le Président Asada. A droite, RH-Y se déplace rapidement, suivant son guide, croise une autre équipe, et termine en premier la visite imposée de l'habitation (home).

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

64

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 6 de 13



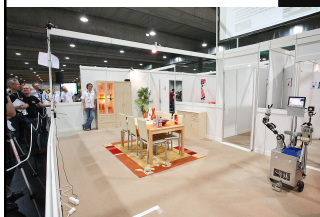
- **Fig. Humain et robot partagent leur représentations (culture)**
 - À gauche, le robot suit d'abord l'humain, puis ils synchronisent vocalement leur noms respectifs en anglais pour décrire des positions spécifiques, telles que la plante du salon (*"Walk'nTalk", Graz, Autriche*).
 - A droite, Nono-Y, notre humanoïde de type Nao assure la médiation entre un humain et les autres machines (plateforme OP-Y où Nono-Y s'assoit; et robot RH-Y, qui apporte boissons et snacks) (*"Open Challenge", Singapore*)

23/05/2013 J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier 65

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 6b de 13

- **Robots pour l'aide domestique**
 - Exemple RH-Y à Robocup@Home (2009, in Graz, Austria).
 - RockIn (EU, 2013-2016)

2009, RH-Y en Autriche, Robocup@Home



2013

23/05/2013 J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier 66

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 7 de 13

3. Les applications industrielles peuvent aussi se développer et se conduire avec Piaget

les fig. suivantes illustrent deux cas, le premier impliquant un robot Stäubli et l'autre, un Kuka.

Dans les deux cas, les bras de robots sont conduit, au niveau le plus bas, élémentaires, par les commandes des fabricants (y c. KRL pour Kuka; Val3 pour Stäubli) et, aux niveaux plus élevés, par un programme développé en environnement Piaget, et exprimé en langage Piaget.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

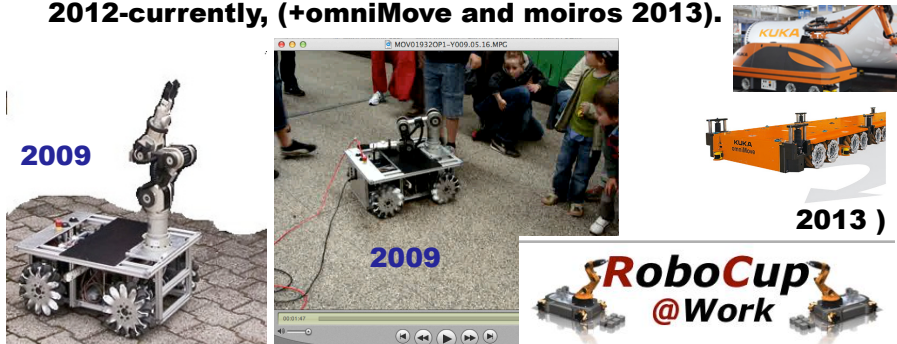
67

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 7b de 13

(3. Applications industrielles en robotique mobile

-2009, OP-Y et Katana, à Yverdon-les-Bains et au Festival de robotique (Lausanne)

- cf. Robocup@Work avec ressources Kuka standard, 2012-currently, (+omniMove and moiros 2013).



23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

68

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 8 de 13



Fig. “Comptage de pièces et test de précision”:
Application principalement développée et programmée en Piaget, comprenant le bras de robot industriel visible sur l'image et d'autres ressources: fibre optique, API, camera, table tournante motorisée, servocommande, switch Ethernet, PC and d'autres composants encore.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

69

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitique 9 de 13

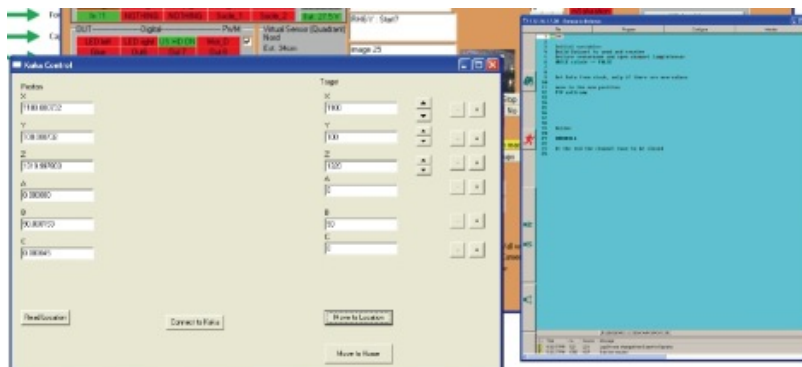


Fig. Trois fenêtres liées à une application industrielle
comportant un robot Kuka (les deux premières relèvent de l'environnement Piaget; la troisième est un bureau à distance lié à la commande Kuka)

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

70

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 10 de 13

4. Piaget soutient la vision rapide et robuste, en modes multiples (infrarouge/NW, couleur, thermique, 3D-temps de vol, capteurs RVB-D; processus divers).

Pour la première édition déjà (Eurobot context), le système pouvait déjà acquérir et traiter 300 images par seconde pour localiser le robot opposé en temps réel.

La Fig. suivante illustre un paradigme clef par lequel au lieu d'images banales (à gauche), grand soin est pris d'analyser les applications dans tous l'espace physique (ici la "capillarité" s'avère la dimension physique la plus discriminante) puis de les convertir de façon appropriée dans le domaine de la lumière ordinaire et de les traiter de façon spécifique.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

71

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 11 de 13

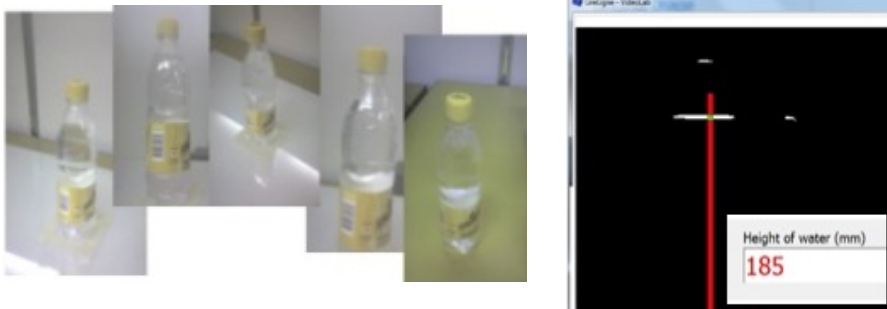


Fig. à gauche: Piaget décourage la vision naïve, et offre un support pour l'acquisition, le traitement, et l'analyse d'images orientés application. À droite: contrôle visuel, en temps-réel, de niveau de liquide/eau. (cf. vidéos)

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

72

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 12 de 13

5. Un intérêt particulier de l'environnement Piaget c'est de fournir un outil pour l'estimation pratique, quantitative des propriétés cognitives principales:

- connaissance, expertise, expérience, vitesse/fluidité, intelligence, ainsi que
- les ingrédients plus élémentaires:
 - calcul de probabilités, quantification, taux d'échantillonnage, et quantités d'information dans les signaux d'entrée e de sortie.
- Tout ceci accompagné d'un exemple interactif (cf. Fig.)

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

73

3. B.6. Exemples d'application: Piaget pour la cognitive 13 de 13

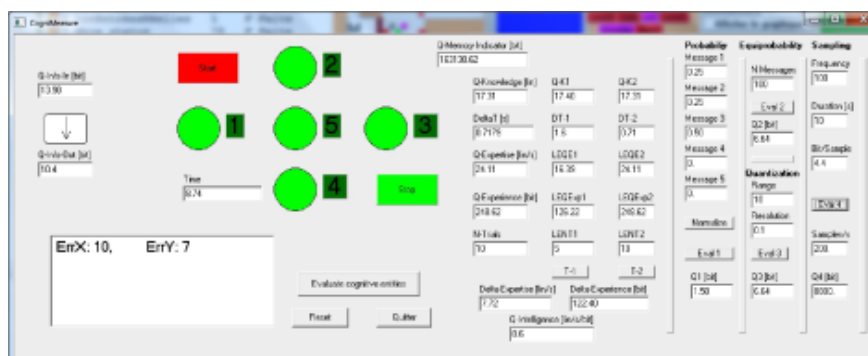


Fig. L'environnement Piaget comprend une fiche pour l'estimation quantitative des propriétés cognitives principales, en général, ainsi que pour un exemple spécifique : apprendre comment cliquer de façon précise et rapide au centre des 4 cibles vertes.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

74

Contenu

1. Introduction
2. Exigences et aspects théoriques de la commande intelligente
3. Piaget
4. Conclusion

<http://lara.populus.org/rub/3>

4. Conclusion 1 de 4

Le progrès scientifique et technique atteint le domaine cognitif.

- robots industries actuel ok en termes de puissance et de précision de mouvements dans l'espace.
- mais nouveaux défis, en termes de cognition:
 - environnement industriel devenant plus complexe,
 - tendant à changer plus vite;
 - coopération temps-réel entre humains et autres ressources.

Notre **première** étape dans l'exploration de la cognition a été la suivante:

- **Définir les concepts cognitifs formellement, et développer une métrique.**

La **seconde** étape a été la suivante:

- **Sélectionner l'architecture et**
- **Développer un environnement la commande de systèmes complexes, temps-réel pour monde réel, capables de gérer les applications les plus avancées en termes de tâches cognitives, liées à l'humain, automatisées.**

4. Conclusion 2 de 4

Tout ceci s'est fait avec la contrainte stratégique suivante:

- **rester connecté** à la meilleure expertise et les meilleures pratiques au niveau mondial, pour tous les aspects:
 - Allant des **théories** scientifiques et humaines,
 - jusqu'aux confins du **marché**, impliquant les composants et services commerciaux.

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

77

4. Conclusion 3 de 4

- **Voyons le cas du saut par-dessus un mur: La hauteur métrique du mur est un paramètre critique pour le succès**
- **De même, la possibilité nouvelle d'estimation métrique des aspects cognitifs (complexité, connaissance, expertise, etc.) est très utile. C'est un mérite naturel de l'approche proposée, MCS.**
- **Par ailleurs,**
 - **participer aux conférences et à la veille technologique apportent d'utiles informations nouvelles.**
 - **En plus, la méthodologie consistant à réaliser des systèmes pour le monde réel, permet d'implémenter concrètement les théories proposées.**
 - **Ceci peut enfin conduire à des compétitions sur des applications-tests communes, encourageant ainsi l'interaction active entre experts internationaux.**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

78

4. Conclusion 4 de 4

- Le cadre assez complet que nous avons développé pour la cognition, “MCS” permet maintenant l’estimation quantitative des propriétés de tâches cognitives, soit requises, soit démontrées; tant par des humains que par des machines.
- L’environnement propriétaire “Piaget”, que nous avons créé, s’est d’abord avéré capable de bien gérer la commande de robots mobiles, puis leur coopération “naturelle” avec les humains. Implementé en différents langages (C, C#, C++), avec différents Operating Systems (incl. RTDOS et Windows) et plateformes, “Piaget” s’est maintenant vu ajouter avec succès les robots industriels Kuka et Staubli à ses nombreuses autres ressources déjà intégrées.

**Thanks for your
attention!**

<http://lara.populus.org/rub/3>

Acknowledgements

- **The authors wish to thank**
 - **numerous engineers and students,**
 - **visiting interns,**
 - **funding partners,**
 - **and members of technical services at HEIG-VD**

23/05/2013

J.-D. Dessimoz, HESSO.HEIG-VD, Swisst.Fair 2013, Moutier

81

References 1 of 3

- 1 **ISR-2012, 43rd International Symposium on Robotics, Taipei, Taiwan,**
- 2 **Jean-Daniel Dessimoz, "Ten Years of Experience with Eurobot ; Achievements, Lessons Learned and General Comments", *Proc. Eurobot Conference 2008*, Heidelberg, Germany, 22-24 May 2008, ISBN: 978-80-7378-042-5.**
- 3 **H Kitano, M Asada, Y Kuniyoshi, I Noda, E. Osawa, "Robocup: The robot world cup initiative", *AGENTS '97 Proceedings of the first international conference on Autonomous agents*, ACM New York, NY, USA ©1997**
- 4 **Tijn van der Zant and Thomas Wisspeintner, « RoboCup@Home: Creating and Benchmarking », *Tomorrows Service Robot Applications , Robotic Soccer*, Book edited by: Pedro Lima, ISBN 978-3-902613-21-9, pp.598, December 2007, Itech Education and Publishing, Vienna, Austria**
- 5 **Jean-Daniel Dessimoz, "*Cognitics - Definitions and metrics for cognitive sciences and thinking machines*", Roboptics Editions, Cheseaux-Noréaz, Switzerland, ISBN 978-2-9700629-1-2, pp169, January 2011 <http://cognitics.populus.ch>**

29/06/2012

J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

82

References 2 of 3

6. **Nicolas Uebelhart, Florian Glardon and Pierre-François Gauthey, "Lomu, an Autonomous Mobile Robot with Robust Architecture and Components", « DARH-2005 - 1st International Conference on Dexterous Autonomous Robots and Humanoids», with sponsorship Eurobot, IEEE, CLAWAR, and CTI, HESSO-HEIG (West Switzerland University of Applied Sciences), Yverdon-les-Bains, Switzerland, May 19-22, 2005. (re: DARH-2005-org)**
7. **O Michel, "WebotsTM: Professional mobile robot simulation", *arxiv.org- Arxiv preprint cs/0412052*, 2004**
8. **J Jackson "Microsoft robotics studio: A technical introduction ", *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 2007 - ieeexplore.ieee.org (started in 2006)**
9. **Shimano, B.. "VAL: a versatile robot programming and control system", Unimation Inc., *Computer Software and Applications Conference, 1979. Proceedings. COMPSAC 79. The IEEE Computer Society's Third International Conf., 1979*, pp. 878 – 883**

29/06/2012

J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

83

References 3 of 3

10. **Stäubli. In *VAL3 robot programming language*. 2012.04.07, from**
11. **Pierre Maurer and Micael Gagnebin, "Advanced control structure for the autonomous mobile robot Lodur", « DARH-2005 - 1st International Conference on Dexterous Autonomous Robots and Humanoids», with sponsorship Eurobot, IEEE, CLAWAR, and CTI, HESSO-HEIG (West Switzerland University of Applied Sciences), Yverdon-les-Bains, Switzerland, May 19-22, 2005. (re: DARH-2005.org)**
12. **<http://www.ros.org/wiki/ROS> last accessed 2013.05.18**

29/06/2012

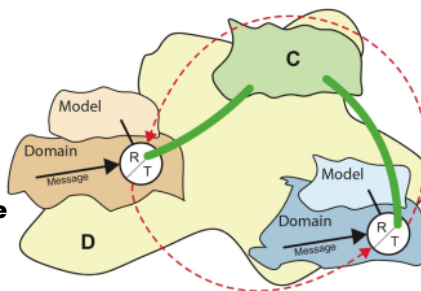
J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

84

Appendix 1 – « Robot sociology »

Group.

- Individual cognitive agents (blue, brown) may coordinate each other, and thus may collectively form a group.
- For this purpose,
 - a common culture (C, green),
 - in reference to some common domain of interest (D, yellow) and
 - some communication media are required among agents (R: receive; T: transmit).
- At a meta-level, the individual members may be considered as merging, to yield a new individual (the group) with its own collective model (C). (From [6])

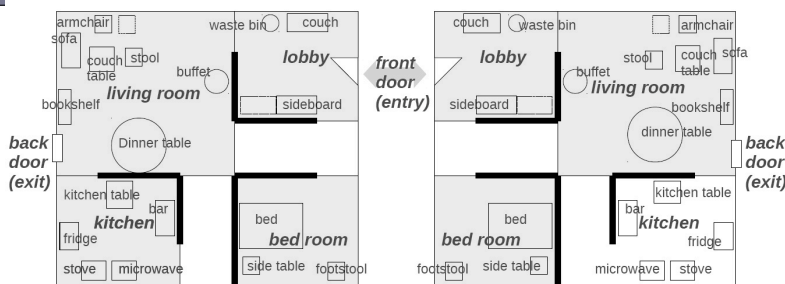


29/06/2012

J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

85

Appendix 2 « Standard »



[12]

#	location	category	manipulation in GPSR	category placing	#	location	category	manipulation in GPSR	category placing
1	sofa	seat	no		11	kitchen table	table	yes	food
2	couch table	table	yes		12	bar	shelf	yes	drinks
3	armchair	seat	no		13	couch	seat	no	
4	stool	seat	no		14	sideboard	shelf	yes	snacks
5	dinner table	table	yes		15	wastebed	seat	yes	
6	bookshelf	shelf	yes (2 ^m height)		16	side table	table	yes	
7	buffet	shelf	yes		17	waste bin	bin	yes (placing)	unknown
8	fridge	appliance	yes		18	bed	seat	yes	bath stuff
9	stove	appliance	no		19	side table	table	yes	
10	microwave	appliance	yes (table)		20	footstool	seat	no	

29/06/2012

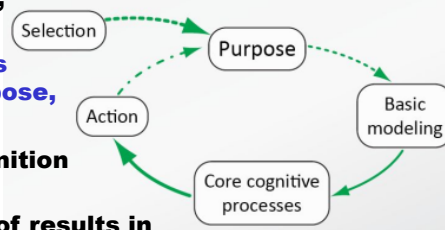
J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

86

Appendix 3 « Purpose-driven modeling »

- **From a cognitive perspective, the strong modeling limit illustrated previously, calls for a pragmatic process**

- **the complexity of reality requires first the selection of a goal (purpose, ethics)**
- **only then, can modeling and cognition proceed**
- **finally, the symmetric necessity of results in the real world requires action (operability, agency), for example by robots**
 - **cognitive results must be put to work, with energy etc.,**
 - **thereby closing of the loop (iteration, and ultimately, in general, survival); from [3].**



29/06/2012

J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, IAS Conference 2012

87

Abstract

Scientific and technical progresses now reach cognitive domains. Current industrial robots face new challenges, in terms of cognitive capabilities. The first stage in the exploration of cognition has been to define concepts clearly and to develop metrics. The second stage has been to select an architecture and to develop an environment for the real-time, real-world control of complex systems, capable of addressing the most advanced applications in terms of automation and cognitive, human-related tasks; with the concern of keeping connected to world-level expertise and international best practices.

Consider jumping over a wall: the metric height of the wall is a critical parameter for success. Similarly, the novel possibility of metric assertion of cognitive aspects (complexity, knowledge, expertise, etc.) is very useful. Our developed, comprehensive framework "MCS" now allows for the quantitative assessment of cognitive tasks, both as required or as operated by humans and machines.

The proprietary environment "Piaget" has been created, proving to ensure, initially, the convenient control of mobile robots, then "naturally" cooperating with humans. Implemented in different languages (C, C#, C++), with different Operating Systems (incl. RTDOS and Windows) and platforms, "Piaget" has now been successfully added Kuka and Stäubli industrial robots to its numerous integrated resources.

31/08/2012

J.-D. Dessimoz et al., HESSO.HEIG-VD, ISR Conference 2012

88