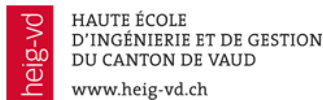


Exercices (partiel), yc. corrigés

Pour la partie 4.6 du cours
**AIC-Automatisation
avancée, Intelligence
artificielle et Cognitive**

v. 15 mars 2017

Jean-Daniel Dessimoz

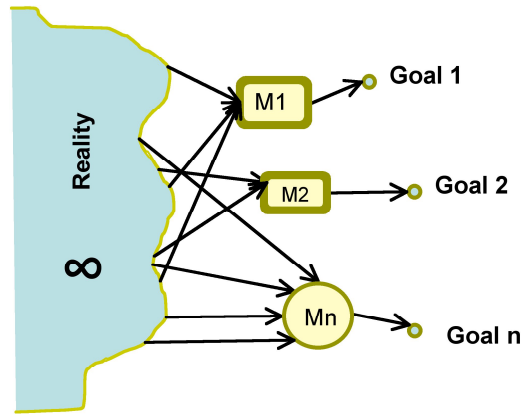


0.1-0.4

Exos 0.1-0.4 Modèles- Modélisation

- **Rappel théorique** (cf. pages... et diapos... du cours)
 - But?
 - Représenter la réalité (ou un concept virtuel)
 - Utile pour toute application nécessitant de l'information, de la communication, de l'interfaçage, ou encore de la mémoire ou plus généralement de la cognition; pour un système informatique ou automatisé, un robot ou (la pensée d')un humain.
 - Modèle/méthodologie proposée
 - Bien identifier le **but** à atteindre, l'application, le cahier des charges
 - Bien voir si le modèle **approprié** existe déjà (solutions classiques, "bonnes pratiques"):
 - Sinon "explorer", tenter des choses, et ne retenir que le **minimum d'éléments** déterminants pour le succès, dans le contexte du but à atteindre.

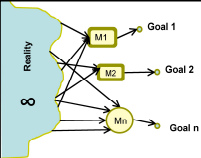
Exo 0.1 Modèles souvent bons quoique toujours faux (incomplets)



- Exemple : qu'est-ce qu'une diode

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015

3



Exo 0.1 Modèles souvent bons quoique toujours faux (incomplets)

015.09.jj

Exemple : qu'est-ce qu'une diode

<p>A Un dispositif électrique bloquant le courant dans un sens</p>	<p>B Un élément lumineux, de couleur rouge, particulièrement esthétique, sur la nouvelle sculpture de l'un de mes neveux, exclusivement fait avec des matériaux de récupération</p>
<p>C L'objet de la facture Distrelec d'avant-hier, à 2.30 francs, à payer svp. par la comptabilité de notre Ecole, dans les 10 jours</p>	<p>D Un concept quelconque permettant notamment ici d'illustrer la nécessité de considérer l'application visée, pour avoir une chance de trouver un bon modèle, la réponse universelle étant toujours hors de portée</p>

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015

4

Exo 0.1 Modèles souvent bons quoique toujours faux (incomplets)

Corrigé 015.09.jj **Corr**

Exemple : qu'est-ce qu'une diode

A Un dispositif électrique bloquant le courant dans un sens

C L'objet de la facture Distrelec d'avant-hier, à 2.30 francs, à payer svp. par la comptabilité de notre Ecole, dans les 10 jours

B Un élément lumineux, de couleur rouge, particulièrement esthétique, sur la nouvelle sculpture de l'un de mes neveux, exclusivement fait avec des matériaux de récupération

D Un concept quelconque permettant notamment ici d'illustrer la **nécessité de considérer l'application visée, pour avoir une chance de trouver un bon modèle**, la réponse universelle étant toujours hors de portée

La réalité est infiniment complexe

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015
5

Exo 0.2 Nécessité d'être très schématique pour garder sa spécificité

Exemple géographique: Est-ce qu'Yverdon-les-Bains est différent de Tokyo?

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015
6



Exo 0.2 Nécessité d'être très schématique pour garder sa spécificité

015.09.jj

Exemple géographique:
Est-ce qu'Yverdon-les-Bains est différent de Tokyo?

- A** Oui, c'est une autre ville **B** Oui, c'est une autre région
- C** Non, c'est la même planète **D** Oui, c'est un autre continent

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015

7



Exo 0.2 Nécessité d'être très schématique pour garder sa spécificité

015.09.jj

Corrigé 1 de 5

Exemple géographique:
Est-ce qu'Yverdon-les-Bains est différent de Tokyo?

- A** Oui, c'est une autre ville **B** Oui, c'est une autre région
- C** Non, c'est la même planète **D** Oui, c'est un autre continent

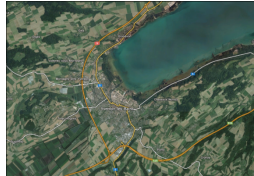
En principe, il faut privilégier le plus schématique.
(De façon plus générale, cf. exo 0.1)
Autres exemples concernant ce cours: Moteur CC ou PAP?, API ou ordi?, Régulation ou robotique?

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015

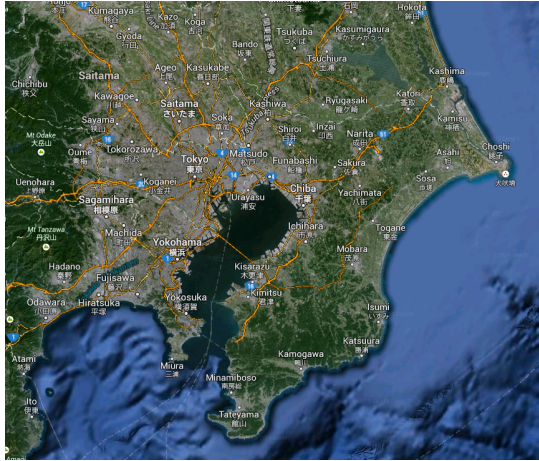
8

Spécificité ou universalité - il faut choisir Corrigé 2 de 5

Yverdon-les-Bains
(la ville)



Tokyo
(la ville)



HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015

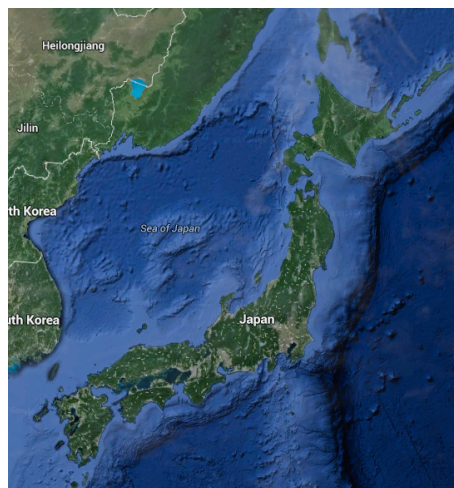
9

Corrigé 3 de 5

Yverdon-les-Bains
(son pays - Suisse)



Tokyo
(son pays - Japon)




HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 septembre 2015


10

Corrigé 4 de 5

Yverdon-les-Bains
(son continent - Europe)




Tokyo
(son continent - Asie)




Corrigé 5 de 5


Yverdon-les-Bains
(sa planète)



Tokyo
(sa planète)



Une planète identique,
La Terre



HESSO. IIR, VD, Exercices de Robotique et autom
embre 2015
12

Exo 0.4 Dimensionnalité des modèles

016.09.27

Combien de dimensions sont nécessaires à décrire le tableau de cette salle de classe?

- A** 0; le tableau "est". Tout est dit car cette réalité est irréductible à un modèle
- B** 1; comme pour une image transmise par antenne (UHF, wifi)
- C** 2: lignes et colonnes (pixels)
- D** 4: espace (largeur, hauteur, épaisseur) et temps
- E** 10: lignes, colonnes, R,G,B, rugosité, indice de réflexion, matériau, qualité esthétique, prix.
- F** Dépend de l'application; la dimension n'est pas une propriété intrinsèque au tableau (à la réalité) mais au modèle qu'on lui associe, pour un but donné
- G** $8 \times 10 \times 6$: chaque pixel (4000x2000) représente une dimension

HESSO.HEIG-VD, iAi-LaRA - Robotique et automatisation, JDZ, 27.09.2016

13

Exo 0.4 Dimensionnalité des modèles

016.09.27

Combien de dimensions sont nécessaires à décrire le tableau de cette salle de classe?

Corrigé

- A** 0; le tableau "est". Tout est dit car cette réalité est irréductible à un modèle
- B** 1; comme pour une image transmise par antenne (UHF, wifi)
- C** 2: lignes et colonnes (pixels)
- D** 4: espace (largeur, hauteur, épaisseur) et temps
- E** 10: lignes, colonnes, R,G,B, rugosité, indice de réflexion, matériau, qualité esthétique, prix.
- F** Dépend de l'application; la dimension n'est pas une propriété intrinsèque au tableau (à la réalité) mais au modèle qu'on lui associe, pour un but donné.
- G** $8 \times 10 \times 6$: chaque pixel (4000x2000) représente une dimension

Toutes les réponses peuvent se défendre, avec de bons arguments; mais il est utile de retenir F en priorité. La réponse A est fondamentale: pour vraiment savoir tout du tableau, il faut l'avoir concrètement... mais ceci n'est possible qu'au présent.

HESSO.HEIG-VD, iAi-LaRA - Robotique et automatisation, JDZ, 27.09.2016

14

4.6. Sciences cognitives

AIC 008.02.18

Qu'est-ce qu'un bon modèle et par quels mécanismes intellectuels peut-on le trouver?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

15

4.6. Sciences cognitives

Corr 008.02.18

Un modèle est bon s'il permet au système d'atteindre l'objectif.

Les moyens de trouver un tel modèle sont divers et comprennent un ou plusieurs des éléments ci-dessous:

- **essais et observation (expérience)**
- **élimination des paramètres d'importance non déterminante pour l'application**
- **intuition (brainstorming)**
- **raisonnement**
- **recours à un expert**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

16

4.6. Sciences cognitives

Qu'est-ce que le "paradoxe du modèle" présenté au cours? expliquez brièvement

4.6. Sciences cognitives

Corr.

« Un modèle, plus il est bon, plus il est faux »

Un modèle est bon s'il mène à l'objectif.

Plus il est simple, plus il est bon.

Or pour être simple, le modèle doit être allégé de tous les éléments non critiques pour atteindre l'objectif. Ce faisant il devient très incomplet et ne représente plus la réalité à laquelle il correspond. Dans ce sens, il est faux.

Exo. Notion de modèle AIC 008.02.18, 011.02.15,

- **Citer au moins quatre différences importantes entre le tableau de Magritte ci-dessous et une vraie pipe**



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

19

Exo. Notion de modèle

corr AIC 008.02.18 , 011.02.15,

- **Citer au moins quatre différences importantes entre le tableau de Magritte ci-dessous et une vraie pipe**
 - **Volume**
 - **Matière**
 - **Dimension**
 - **Possibilité de fumer**
 - **Même la couleur ne peut pas être exactement la même**
 - **etc.**



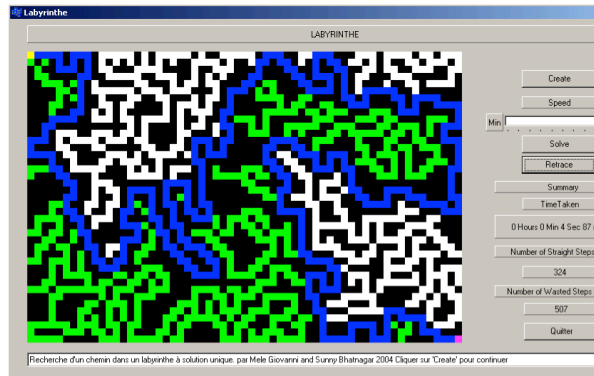
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

20

Exo. Notion de modèle

AIC 009.02.24, 010.02.15, 013.03.08, cf Labo 014.03.10

- **Citer au moins quatre différences importantes entre le labyrinthe ci-dessous et un vrai labyrinthe (négliger les couleurs).**



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

21

Exo. Notion de modèle

corr AIC 009.02.24, 010.02.22, 013.03.08 cf Labo 014.03.10

- **Citer au moins quatre différences importantes entre le labyrinthe précédent et un vrai labyrinthe (négliger les couleurs).**

Considérons un labyrinthe réel, comme par exemple au labyrinthe-aventure en Valais, fait de thuyas; voici quelques paramètres le rendant très différents du modèle sur ordinateur:

- **3D – par ex. pour des mulots tout est dégagé**
- **Sol inégal – d'où des problèmes de stabilité pour un robot**
- **Pluie éventuelle**
- **Caractère non-booléen de l'obstacle**
- **Orientation des surfaces à plus de 4 valeurs**
- **Etc.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

22

Exo. Quantité d'information

AIC 007.03.16, AIC 008.02.18 , AIC 009.02.24, 010.02.22, 011.02.15 , 013.03.08, 014.03.14

- **Quelle est la quantité moyenne d'information par lancer dans le cas du dé à 6 faces?**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

23

Exo. Quantité d'information, **CORR 1 de 2**

**AIC 007.03.16, AIC 008.02.18 , AIC 009.02.24 , 011.02.15 , 013.03.08
014.03.14,**

- **Quelle est la quantité moyenne d'information par lancer dans le cas du dé à 6 faces?**

Solution 1, Equiprobabilité:

$$Q = \log_2(N) = \log_2(6) = 2.58[\text{bit}]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

24

Exo. Quantité d'information **CORR 2 de 2**

AIC 007.03.16, AIC 008.02.18, AIC 009.02.24, 010.02.22, , 011.02.15

013.03.08

Solution 2, Formule générale:

$$Q = \sum_N \frac{1}{N} \log_2 \left(\frac{1}{\frac{1}{N}} \right) = \frac{1}{6} \log_2(6) + \frac{1}{6} \log_2(6) + \dots = 2.58 [\text{bit}]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

25

1.3.3.2 Quantité d'information **N8**

006.02.27, 006.02.27, 006.11.11, 008.10.07, 009.09.29, 010.10.11, , **011.02.22**, 011.10.11, 013.10.14, **014.03.14**, 014.10.06

- Quelle est la quantité d'information contenue dans un message décrivant une pièce de 1 franc retombée sur la tranche? (supposons $p=1/1000$).

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

26

1.3.3.2 Quantité d'information 006.02.27, 006.11.11, 008.10.07, 009.09.29, 010.10.11, 011.10.11,013.10.14,014.10.06

- Quelle est la quantité d'information contenue dans un message décrivant une pièce de 1 franc retombée sur la tranche? (supposons $p=1/1000$).

- A** $1'000bit$ **B** $9.96bit$
- C** $0.001bit$ **D** $10bit$

1.3.3.2 Quantité d'information **Corr** 006.02.27, 006.11.11, 008.10.07, 009.09.29, 010.10.11, 011.10.11,013.10.14,014.10.06

- Quelle est la quantité d'information contenue dans un message décrivant une pièce de 1 franc retombée sur la tranche? (supposons $p=1/1000$).

- A** $1'000bit$ **B** $9.96bit$
- C** $0.001bit$ **D** $10bit$

1.3.3.2 Quantité d'information **corr** 006.02.27, 006.11.11, 008.10.07, 009.09.29, , 010.10.11, 011.10.11, 014.10.06

$$Q = \log_2\left(\frac{1}{p}\right) = \log_2\left(\frac{1}{\frac{1}{1000}}\right) = 9.96 \approx 10bit$$

$$Q = \log_2(1000) = \frac{\log_{10}(1000)}{\log_{10}(2)} = 9.96 \approx 10bit$$

1.3.3.3 Quantité d'information 006.02.27b, 006.11.11, 008.10.07, 011.10.jj,014.10.06

- Dans le cas de l'exercice précédent, comment peut-on trouver p (c'est-à-dire 1/1000 comme probabilité que la pièce retombe sur sa tranche)?

1.3.3.3 Quantité d'information 006.02.27b,

006.11.11 **Corr** 008.10.07,014.10.06

Type de solution 1: Expérimenter: lancer n fois la pièce, et constater qu'elle retombe m fois sur la tranche. Dès lors p peut s'estimer comme le rapport de m sur n .

Type de solution 2: Analyser (méthode cognitive): connaissant la gravité, la dynamique de vol, la forme de l'objet et la nature du support, on peut en principe estimer p (modélisation géométrique et étude physique)

Considérer des fourchettes (min-max)

Faire des hypothèses

Faire un mix des solutions 1 et 2 avec des simulations

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

31

1.3.3.4 Quantité d'information

006.02.27c, , 009.03.12, 010.01.25, 011.03.10, 014.10.06

- Quelle est la quantité moyenne d'information pour un lancer de pièce caractérisé par les probabilités suivantes:

pile: 0.45

face: 0.45

tranche: 0.1 ?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

32

1.3.3.4 Quantité d'information **corr**

006.02.27c, , 009.03.12, 011.01.25, 011.03.10 , 014.10.06

$$Q_m = \sum_{i=1}^N p_i \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

$$Q_m = 0.45 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0.45} \right) + 0.45 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0.45} \right) + 0.1 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0.1} \right)$$

$$Q_m = 0.45 \cdot \log_2(2.22) + 0.45 \cdot \log_2(2.22) + 0.1 \cdot \log_2(10)$$

$$Q_m = 0.45 \cdot 1.15 + 0.45 \cdot 1.15 + 0.1 \cdot 3.32 = \\ = 0.515 + 0.52 + 0.33 = \mathbf{1.37 \text{ bit}}$$

$$\log_2(2) < Q_m < \log_2(3) < \log_2(4)$$

$$1 < Q_m < 2$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

33

1.3.3.5 Quantité d'information N9

006.02.27d,
v2:,006.11.11, 008.10.07 , M009.01.09, 009.09.29, 011.03.10 , 014.10.06

- Quelle est la quantité moyenne d'information délivrée, en une mesure, par un capteur inductif linéaire tel que dans la manipulation 22 au laboratoire: portée de 3mm et précision de 0.1 mm?
- Et si la mesure est répétée 5 fois par seconde, quel en est le débit?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

34

1.3.3.5 Quantité d'information 006.02.27d,

v2:,006.11.11, 008.10.07 , M009.01.09, 009.09.29, 011.03.10 , 014.10.06

- Quelle est la quantité moyenne d'information délivrée, en une mesure, par un capteur inductif linéaire tel que dans la manipulation 22 au laboratoire: portée de 3mm et précision de 0.1 mm?

A *5bit*

B *9.96bit*

C *4.9bit*

D *1.7bit*

1.3.3.5 Quantité d'information 006.02.27d,

v2:,006.11.11, 008.10.07 , M009.01.09, 009.09.29, 011.03.10 , 014.10.06

- Quelle est la quantité moyenne d'information délivrée, en une mesure, par un capteur inductif linéaire tel que dans la manipulation 22 au laboratoire: portée de 3mm et précision de 0.1 mm?

A *5bit*

B *9.96bit*

C *4.9bit*

D *1.7bit*

1.3.3.5 Quantité d'information 006.02.27d,

v2:,006.11.11, 008.10.07 , M009.01.09, 009.09.29, 011.03.10 , 014.10.06

- Et si la mesure est répétée 5 fois par seconde, quel est le débit?

A $Q \cdot 5 \text{ bit/s}$

B $Q \cdot 5 \cdot 2 \text{ bit/s}$

C $Q/5 \text{ bit/s}$

D $Q/5 \cdot 2 \text{ bit/s}$

1.3.3.5 Quantité d'information 006.02.27d,

v2:,006.11.11, 008.10.07 , M009.01.09, 009.09.29, 011.03.10 , 014.10.06

Corr

- Et si la mesure est répétée 5 fois par seconde, quel est le débit?

A $Q \cdot 5 \text{ bit/s}$

B $Q \cdot 5 \cdot 2 \text{ bit/s}$

C $Q/5 \text{ bit/s}$

D $Q/5 \cdot 2 \text{ bit/s}$

1.3.3.5 Quantité d'information 006.02.27c **corr** **N9**

v2: 006.11.11, 008.10.07, M009.01.09, 009.09.29,
011.03.10, 014.10.06

Signal analogique $\neq \infty$ valeurs en pratique

$$Q_m = \log_2(N_v) \quad N_v = \frac{S}{B_r}$$

$$Q_m = \log_2(S/B_r) = \log_2(3/0.1) = \log_2(30) = 4.9 \text{ bit}$$

$$D = 5 * 4.9 = 24.5 \text{ bit/s}$$

$$\approx 25 \text{ bit/s (ici 5Hz c'est } f_e \text{ et non } f_{\max})$$

1.3.4.2 Débit d'information 007.10.09, AIC

008.03.03, 011.01.25, 011.10.11, 013.10.15

- Un capteur de force mesure au pourcent près des forces comprises entre 0 et 10 N, selon trois axes de coordonnées indépendantes. La mesure peut se renouveler 5 fois par seconde. Estimer le débit d'information de ce capteur.

1.3.4.2 corrigé AIC 008.02.25 , AIC 009.03.03

Analyse selon 1 axe: $Br=10N/100=0.1N$

$$Q = \log_2(N_v) = \log_2\left(\frac{S}{Br}\right) = \log_2\left(\frac{10.0N}{0.1N}\right) = 6.64[bit]$$

Trois axes:

- $Q = 3 * 6.64 = 19.96 \text{ bit} \approx 20 \text{ bit}$
- Débit $D = F_{éch} * Q = 5 * 20 = 100 \text{ bit/s}$

(on peut penser que les 5 mesures par seconde sont adéquates, c'est-à-dire respectent la loi $f_{éch} \geq 2 * f_{max}$)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

41

1.3.4.2 corrigé AIC 008.02.25 , AIC 009.03.03

Variante équivalente: Prise en compte immédiate des 3 axes pour le calcul du nombre de variantes:

$$Q = \log_2(N_v = 100 * 100 * 100) = \log_2(10^6) \approx 20[bit]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

42

Exo 1.3.3.1 Quantité d'information - Echantillonnage et quantification

N10

- **Rappel théorique** (cf. pages... et diapos... du cours)
 - But?
 - Quantifier l'information
 - applications en communication, interfaçage, ou encore stockage; pour un système automatisé, un robot ou un humain
 - Modèle/méthodologie proposée
 - pour message discret:
 - $Q = \log_2(1/p)$ [bit]; si N messages équiprobables: $Q = \log_2(N)$ [bit]
 - pour message continu, analogique:
 - passer à une représentation basée sur des messages discrets
 - » échantillonner : $f_e > 2 f_{\max}$; équivalent: 2 échantillons par période sont significatifs
 - » quantifier: $N_v = S/Br$ valeurs significatives sont possibles pour une grandeur
 - appliquer ensuite la formule pour message(s) discret(s)
 - si plusieurs messages sont transmis, leurs quantités d'information s'additionnent

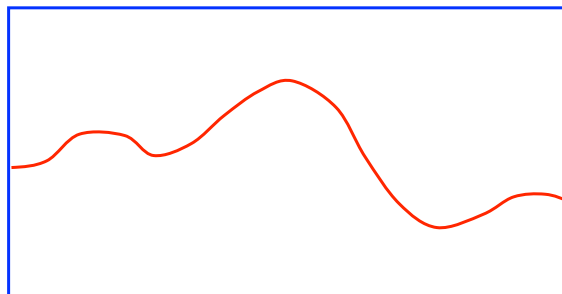
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2016

43

Notion de modèle ; métrique pour le traitement d'information et pour la cognitive N10

Exo 1.3.3.1 Quantité d'information - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

- Quelle est la quantité (significative, minimale) d'information de la courbe ci-dessous?



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 19.02.2017

44

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

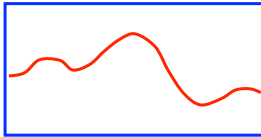
- Quelle méthode choisir?

A Statistique des courbes

B Division en points

C Division en niveaux

D Analyse à un niveau plus élémentaire



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 26.09.2015

45

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification **Corr** 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

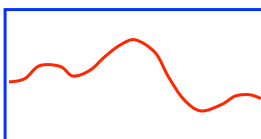
- Quelle méthode choisir?

A Statistique des courbes

B Division en points

C Division en niveaux

D Analyse à un niveau plus élémentaire



"Diviser pour régner". Approche similaire au calcul différentiel et intégral.
Ici par exemple: échantillonner puis quantifier

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 26.09.2015

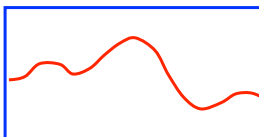
46

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification **Corr** 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

- Combien de messages sont possibles, combien de courbes???
 - Difficile à dire directement...
 - Alternative: Remplacer la courbe par des éléments plus petits: la remplacer ici par un minimum de points (« échantillons »)

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

- Combien de points retenir?
 - A** 4 échantillons
 - B** 10 échantillons
 - C** 100 échantillons
 - D** 1000 échantillons



Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification **Corr** 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

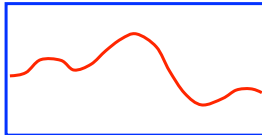
- Combien de points retenir?

A 4 échantillons

B 10 échantillons

C 100 échantillons

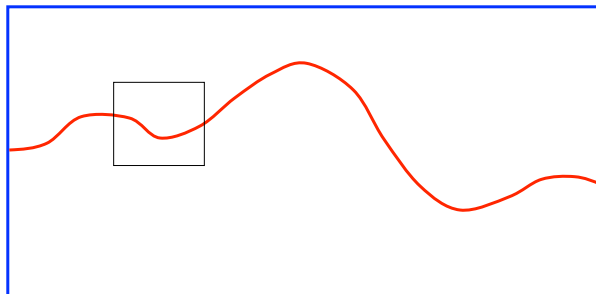
D 1000 échantillons



Limite théorique: $f_{éch} > 2 \cdot f_{max}$.
Fréquence spatiale: $f = n \text{ cycles / mètre}$.
Soit ici: $N_{points} > 2 \cdot N \text{ cycles rapides}$.

Exo. Quantité d'information

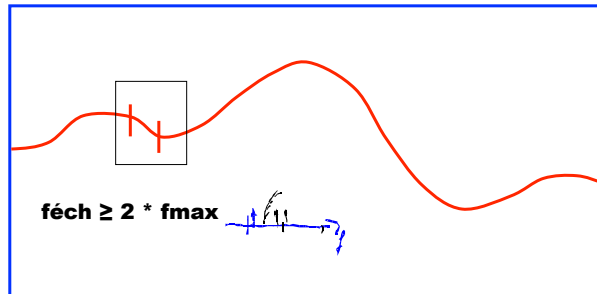
AIC
007.03.16
CORR



1. Estimer la période la plus courte

Exo. Quantité d'information

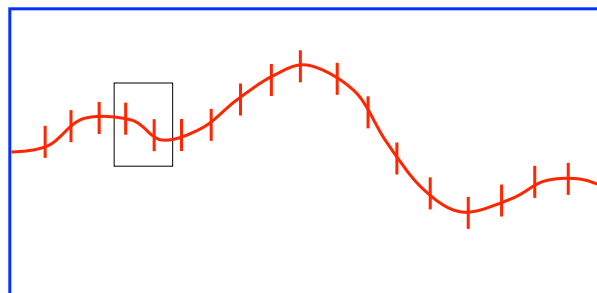
AIC
007.03.16
CORR



2. Y mettre au moins deux échantillons

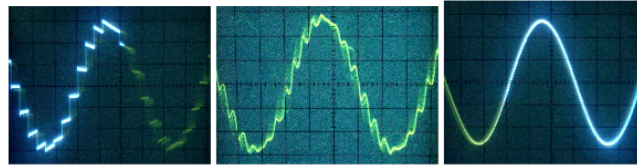
Exo. Quantité d'information

AIC
007.03.16
CORR



3. Echantillonner de même la courbe; il apparaît ainsi 16 échantillons .

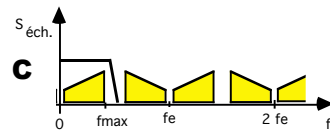
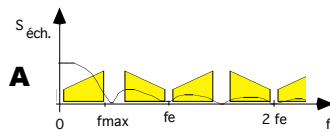
AIC
007.03.16
CORR



A

B

C



... reconstruit avec simple maintien

... parfaitement reconstruit,

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

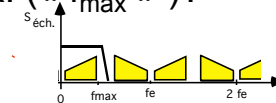
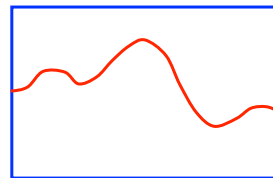
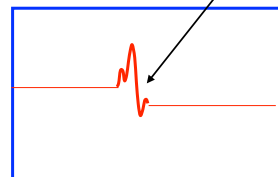
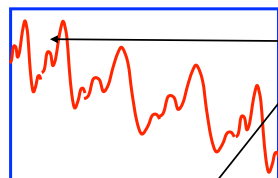
53

Exo 1.3.3.1 Echantillonnage et quantification **CORR** 2 de 5

N10.2

010.10.12-Fattebert,
 011.10.11, 014.10.10

- 2 échantillons par cycle suffisent ($f_e > 2 f_{max}$).
- Combien de cycles/m a-t-on au max. (« f_{max} »)?



moyen

peu

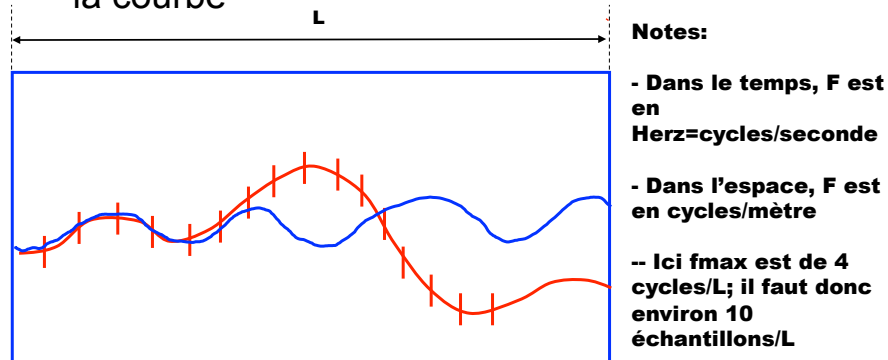
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

54

Exo 1.3.3.1 Echantillonnage et quantification **N10.2**

CORR 3 de 5 010.10.12, 011.10.11, 014.10.10

- Ici nous avons une composante à 4 cycles max.
- D'où $N_{\text{éch}} > 2 \cdot 4$, soit environ 10 échantillons pour la courbe



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 12.10.2010

55

Exo 1.3.3.1 Quantité d'information - Echantillonnage et quantification **N10.3**

008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

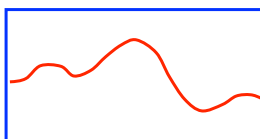
- Combien de niveaux retenir?

A 4 niveaux

B 10 niveaux

C 66 niveaux

D 1000 niveaux



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 26.09.2015

56

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

- **Combien de niveaux retenir?**

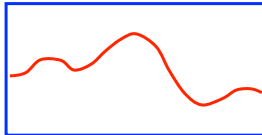
Corr

A 4 niveaux

B 10 niveaux

C 66 niveaux

D 1000 niveaux

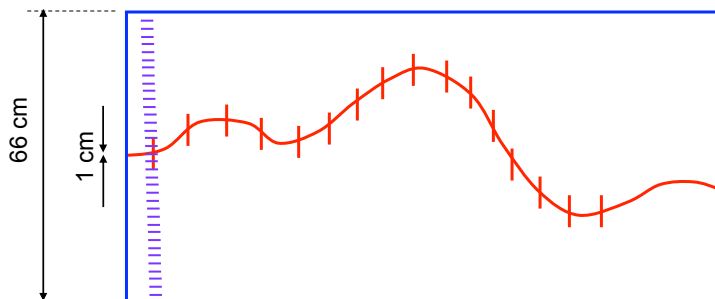


N valeurs selon théorie: $N_v = \text{Signal} / \text{Bruit}$.
Soit ici: Amplitudes ...
... du signal: 66 cm;
... du bruit: 1 cm .

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

Corr

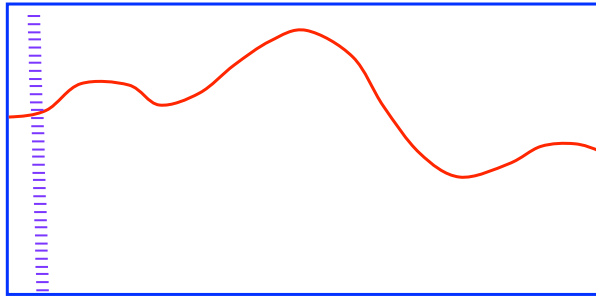
- **Nombre d'états possibles pour un échantillon:**
 $N_v = S/B \approx 66/1$



Exo. Quantité d'information

4. Estimer la quantité d'information par échantillon

AIC
007.03.16
CORR



$$Q = \log_2(N_v) = \log_2\left(\frac{S}{Br}\right) = \log_2\left(\frac{0.40m}{0.01m}\right) = 5.32[\text{bit}]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

59

N10.4

Exo 1.3.3.1 Quantité d'information - Echantillonnage et quantification

008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

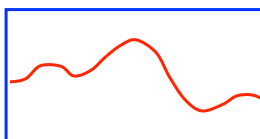
- Finalement, combien y a-t-il d'information dans cette courbe?

A 6 [bit]

B 60 [bit]

C 600 [bit]

D 6000 [bit]



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 26.09.2015

60

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

Corr

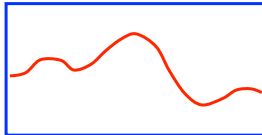
- Finalement, combien y a-t-il d'information dans cette courbe?

A 6 [bit]

B 60 [bit]

C 600 [bit]

D 6000 [bit]

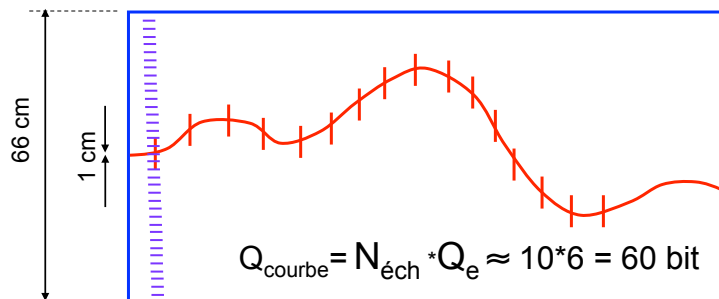


Quantité d'information dans 1 échantillon: $Q_e = \log_2(N_v) = \log_2(66) \approx 6\text{bit}$
 Donc, dans la courbe échantillonnée à 10 points:
 $Q_{\text{courbe}} = N_{\text{éch}} * Q_e \approx 10 * 6 = 60\text{ bit}$

Exo 1.3.3.1 **Quantité d'information** - Echantillonnage et quantification 008.10.07, 010.10.11, 011.10.11, 012.10.08, 014.10.10

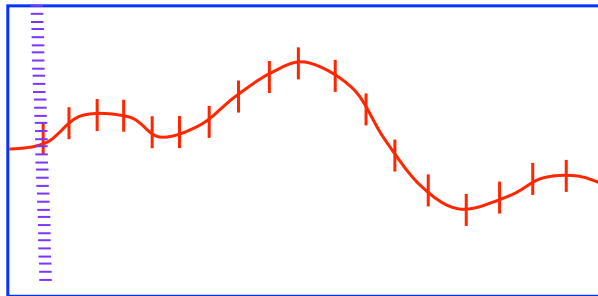
Corr

- Nombre d'états possibles pour un échantillon:
 $N_v = S/B \approx 66/1$ $Q_e = \log_2(66) \approx 6\text{bit}$



Exo. Quantité d'information

AIC
007.03.16
CORR



Conclusion: $Q=16 \times 5.32=85.12$ [bit]

Système cognitif

014.03.14

C11

-Qu'est-ce que la cognition?

Système cognitif

C11

-Qu'est-ce que la cognition?

- | | | | |
|----------|--|----------|--------------------------|
| A | L'intelligence artificielle | B | Le traitement de données |
| C | La capacité à générer la bonne information | D | La pensée |

Système cognitif

C11

Corr

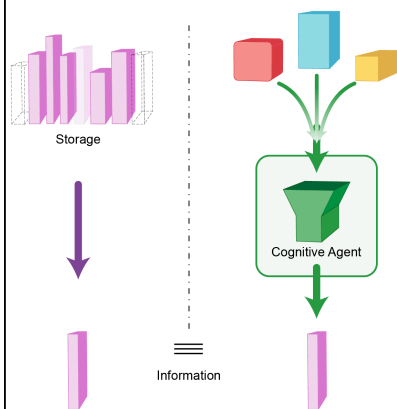
-Qu'est-ce que la cognition?

- | | | | |
|----------|--|----------|--------------------------|
| A | L'intelligence artificielle | B | Le traitement de données |
| C | La capacité à générer l'information correcte | D | La pensée |

Système cognitif

-Qu'est-ce que la cognition? **Corr**

014.03.14



- La cognition décrit la **faculté** générale d'un système à **générer l'information pertinente** de façon dynamique, à la demande (cas de droite), sans l'avoir « toute faite », « prémâchée », déjà disponible au préalable en mémoire (cas de gauche).
- Le terme désigne aussi l'ensemble des processus concernés.



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 30.01.2014

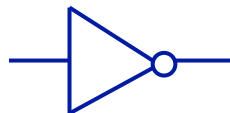
67

Système cognitif – exo 007.03.23

C12

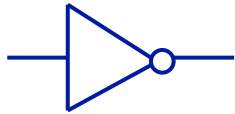
AIC 008.02.25, AIC 009.03.10 , **010.02.22** , **011.02.22** , **013.03.08** , **014.03.14**

-Si l'on veut implémenter un inverseur avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 6.3.2017

68

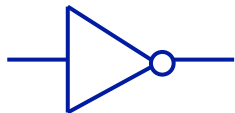


Système cognitif

C12

-Si l'on veut implémenter un inverseur avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?

- | | | | |
|----------|-----------------------|----------|---------|
| A | 1 bit | B | 2 bit |
| C | ce n'est pas possible | D | 1 octet |



Système cognitif

C12

Corr

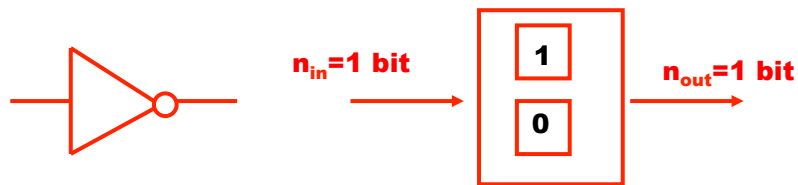
-Si l'on veut implémenter un inverseur avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?

- | | | | |
|----------|-----------------------|----------|---------|
| A | 1 bit | B | 2 bit |
| C | ce n'est pas possible | D | 1 octet |

Système cognitif – **Corr** 007.03.23

corrAIC 008.02.25 , AIC009.03.10 , 010.02.22 , 011.02.22, 013.03.08, 014.03.14

-Si l'on veut implémenter un inverseur avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?



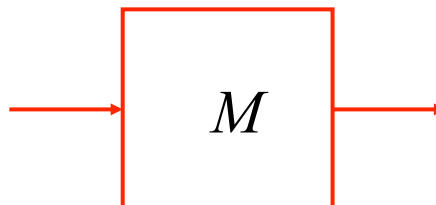
$$M = n_{out} * 2^{n_{in}} = 2[\text{bit}]$$

Système cognitif – 014.03.14

C13

-Si l'on veut implémenter le «livret de 12» (cf. table des multiplications, $1 \times 1 = 1$.. $12 \times 12 = 144$) avec une mémoire, quelle doit être la taille, M , de celle-ci?

$1 \times 1 = 1$
 $1 \times 2 = 2$
 $1 \times 3 = 3$
...
 $12 \times 1 = 12$
 $12 \times 2 = 24$
 $12 \times 3 = 36$
...
 $12 \times 12 = 144$



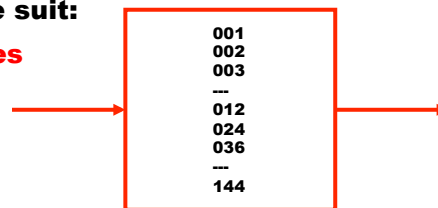
Système cognitif – Corr 1 de 5, 014.03.14

-Si l'on veut implémenter le «livret de 12» (cf. table des multiplications, $1 \times 1 = 1$.. $12 \times 12 = 144$) avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?

Solution A, intuitive:

- 144 produits sont à mémoriser: 144 lignes ou adresses sont requises
- Les produits sont chacun compris entre 1 et 144; ils peuvent donc facilement se coder en 3 chiffres.
- La taille est alors comme suit:

$$M = 144 \times 3 = 432 \text{ caractères}$$



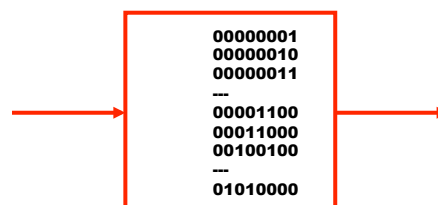
Système cognitif – Corr 2 de 5 014.03.14

-Si l'on veut implémenter le «livret de 12» (cf. table des multiplications, $1 \times 1 = 1$.. $12 \times 12 = 144$) avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?

Solution B, plus rigoureuse:

- 144 produits sont à mémoriser: 144 lignes ou adresses sont requises
- Les produits sont chacun compris entre 1 et 144; ils peuvent donc facilement se coder en 8 bit.
- La taille est alors de

$$M = 144 \times 8 = 1152 \text{ bit}$$



Système cognitif – Corr 3 de 5 014.03.14

-Si l'on veut implémenter le «livret de 12» (cf. table des multiplications, $1 \times 1 = 1 \dots 12 \times 12 = 144$) avec une mémoire, quelle doit être la taille de celle-ci?

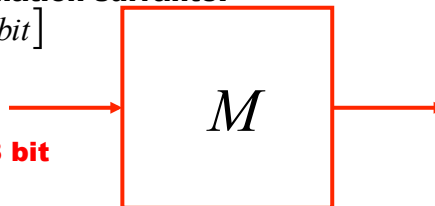
Limite théorique:

- **144 produits sont à mémoriser: 144 lignes ou adresses sont requises**
- Les produits sont chacun compris entre 1 et 144; en supposant l'équiprobabilité il représentent la quantité moyenne d'information suivante:**

$$n_{out} = \log_2(144) = 7.17[bit]$$

-La taille est alors de

$$M = 144 \times 7.17 = 1032.48 \text{ bit}$$



Système cognitif – Corr 4 de 5 014.03.14

Remarques 1 de 2:

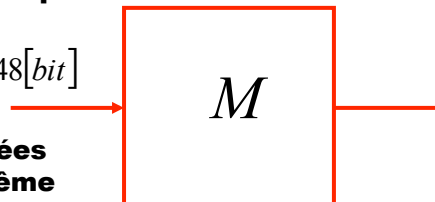
-La quantité d'information en entrée, n_{in} , est, elle aussi, de 7.17 bit, en considérant que 144 cas sont possibles et équiprobables.

$$n_{in} = \log_2(144) = 7.17[bit]$$

-Dès lors la taille de la mémoire peut aussi s'estimer comme suit:

$$M = n_{out} * 2^{n_{in}} = 7.17 * 2^{7.17} = 1032.48[bit]$$

-On observe bien que les entrées ne sont pas traitées de la même manière que les sorties: quantité d'information en exposant au lieu de facteur.



Système cognitif – Corr 5 de 5 014.03.14

Remarques 2 de 2:

-La quantité d'information en entrée, n_{in} , peut aussi s'estimer comme étant la somme des quantités d'information correspondant aux deux opérandes considérées pour chaque multiplication.

-Chacune des opérandes va de 1 à 12.

-Dès lors:

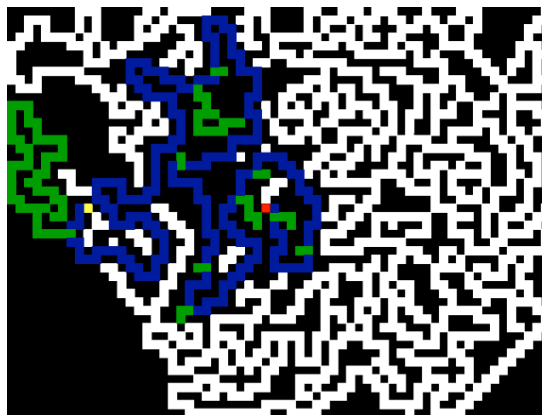
$$n_{in} = 2 * \log_2(12) = 2 * 3.585 = 7.17 [bit]$$

$$M = n_{out} * 2^{n_{in}} = 7.17 * 2^{7.17} = 1032.48 [bit]$$

Estimation de la quantité d'information

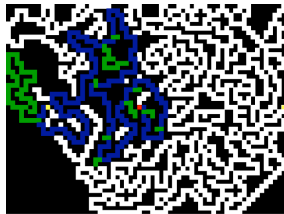
Exo 007.03.23, AIC009.03.10, 010.02.22, 011.03.08, 013.03.15, cf Labo 014.03.10

- Observer "labyrinthe". Quelle est la quantité moyenne d'information associée à l'état d'une cellule? (sans marquage coloré) C14



Estimation de la quantité d'information

Exo 007.03.23, AIC009.03.10 , 010.02.22 , 011.03.08 , 013.03.15 , cf Labo 014.03.10



- Observer "labyrinthe". Quelle est la quantité moyenne d'information associée à l'état d'une cellule? (sans marquage coloré) **C14**

- A** environ 1 bit **B** 2 bit
- C** 0.02 bit **D** environ 1 octet

Estimation de la quantité d'information

Exo 007.03.23, AIC009.03.10 , 010.02.22 , 011.03.08 , 013.03.15 , cf Labo 014.03.10



- Observer "labyrinthe". Quelle est la quantité moyenne d'information associée à l'état d'une cellule? (sans marquage coloré) **C14**

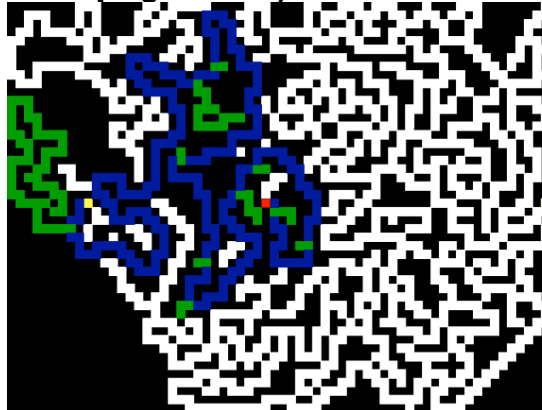
Corr

- A** environ 1 bit **B** 2 bit
- C** 0.02 bit **D** environ 1 octet

Estimation de la quantité d'information

Corr. Exo 007.03.30 corr , AIC009.03.10 , 010.02.22 , 011.03.08 , 013.03.15 , cf Labo 014.03.10

- Observer "labyrinthe". Quelle est la quantité moyenne d'information associée à l'état d'une cellule? (sans marquage coloré) **C14**



Les cellules noires et blanches sont équiprobables, et la quantité d'information est donc de 1 bit par cellule.

$$Q = \log_2(N)$$

$$Q = \log_2(2) = 1[\text{bit}]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

81

Estimation de la quantité d'information

Corr. Exo 007.03.30 corr , AIC009.03.10 , 010.02.22 , 011.03.08 , 013.03.15 , cf Labo 014.03.10

C14

- Observer "labyrinthe". Quelle est la quantité moyenne d'information associée à l'état d'une cellule? (sans marquage coloré)
- Autre raisonnement:
 - 2 messages possibles

- Libre; Prob.: 0.5

- Occupé; Prob. 0.5

$$Q_i = \log_2\left(\frac{1}{p_i}\right) = \log_2(2) = 1[\text{bit}]$$

$$Q_m = \sum_n p_i Q_i = 0.5 \cdot 1 + 0.5 \cdot 1 = 1[\text{bit}]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

82

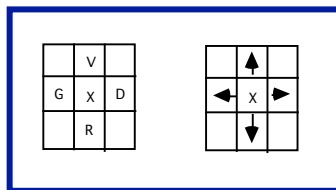
Estimation de quantités d'info et de connaissance

C15

007.03.23, AIC 008.02.25, AIC009.03.03, 010.02.22, 011.03.08, 013.03.15, cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau local, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?

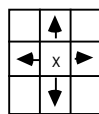
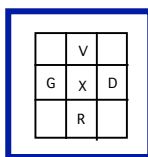


Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

83

Notion de modèle ; métrique pour le traitement d'information et pour la cognitive

Estimation de quantités d'info et de connaissance



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité d'information entrant l'"animat"?

C15.1

A environ 1 bit

B environ 2 bit

C environ 4 bit

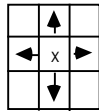
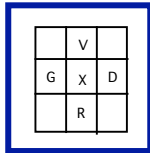
D 9 bit

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 6.3.2017

84

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité d'information entrant l'"animat"?

C15.1

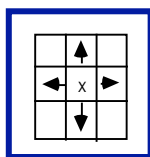
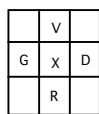
A environ 1 bit

B environ 2 bit

C environ 4 bit

D 9 bit

Estimation de quantités d'info et de connaissance



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité d'information sortant l'"animat"?

C15.2

A environ 1 bit

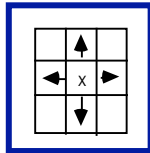
B environ 2 bit

C environ 4 bit

D 9 bit

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité d'information sortant l'"animat"?

C15.2

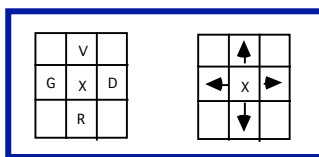
A environ 1 bit

B environ 2 bit

C environ 4 bit

D 9 bit

Estimation de quantités d'info et de connaissance



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité de connaissance de l'"animat", K?

C15.3

A 2*4 lin

B

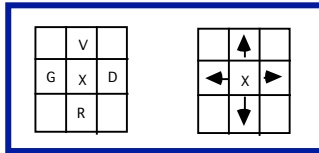
$$K = \log_2 (n_{out} \cdot 2^{n_i} + 1) [lin]$$

C environ 5 lin
(5.04 lin)

D environ 4 lin

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr



- Observer "labyrinthe". Au niveau local, quelle est la quantité de connaissance de l'"animat", K?

C15.3

A 2*4 lin

B

$$K = \log_2(n_{out} \cdot 2^{n_i} + 1) [lin]$$

C environ 5 lin
(5.04 lin)

D environ 4 lin

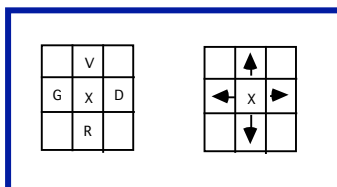
Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr AIC 007.03.23, 008.02.25, AIC009.03.03, 010.03.08, 011.03.08, cf Labo 014.03.10

C15

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau local, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?



En entrée: 4 cellules à 1 bit,
 $n_{in} = 4\text{bit}$

En sortie: 4 actions possibles,
équiprobales:

$$n_{out} = \log_2(4) = 2 \text{ bit.}$$

$$K = \log_2(n_{out} \cdot 2^{n_i} + 1) [lin]$$

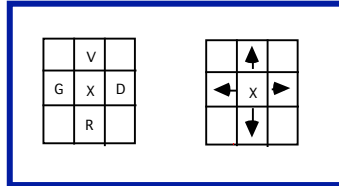
K: environ 5 lin (5.04 lin)

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr 007.03.23 AIC 008.02.25 , AIC009.03.03, 010.03.08 , 011.03.08 , cf Labo 014.03.10

Autre solution pour l'entrée:

C15



Il y a en principe 16 configurations possibles mais 2 ne se rencontrent pas dans les labyrinthes proposés:

```

0 1
0 0 1 1
0 1
    
```

Si les 14 autres configurations sont considérées équiprobables:

$$n_{in} = \log_2(14) = 3.8 \text{ bit}$$

$$K = \log_2(n_{out} \cdot 2^{n_i} + 1) \text{ lin}$$

K: environ 5 lin (4.9 lin)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

91

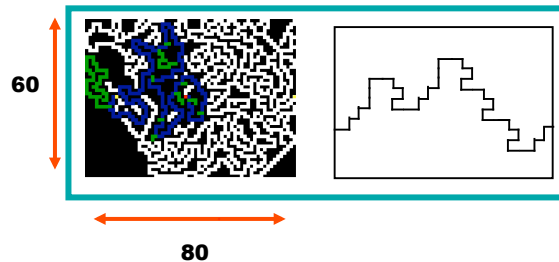
Estimation de quantités d'info et de connaissance

C16

Exo 007.03.23, AIC 008.03.03 , AIC009.03.03 , 011.03.08 , cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau global, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

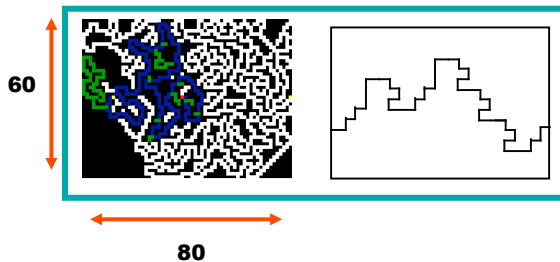
92

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr 007.03.23 , AIC 008.03.03 , AIC009.03.03 , 011.03.08 1 de 3 ,
cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau global, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?



Entrée:
80 col. X 60 lignes => 4800
cellules
Chaque cellule: 1 bit
=> $n_{in}=4'800$ bit

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

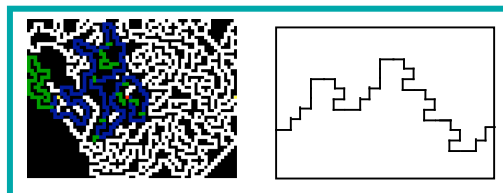
93

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr 007.03.23 AIC 008.02.25 AIC 008.03.03 , AIC009.03.03 , 011.03.08 2 de 3 ,
cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau global, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?



Sortie:
2 bit par pas
(cf. exercice précédent)
X Npas (environ 300 - en
moyenne- estimation grossière)
=> $n_{out}=600$ bit

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

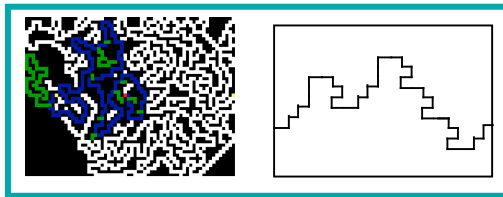
94

Estimation de quantités d'info et de connaissance

Corr 007.03.23 AIC 008.02.25 AIC 008.03.03 , AIC009.03.03 , 011.03.08 3 de 3 ,
cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe":

- Au niveau global, quelle est la quantité d'information entrant et sortant de l'"animat"? et pour la connaissance?



$$K = \log_2(n_{out} \cdot 2^{n_i} + 1) [lin]$$

Ici, 1 est négligeable

$$K = \log_2(n_{out}) + \log_2(2^{n_i}) [lin]$$

$$K=9.22+4'800 = \text{env. } 4'810 [lin]$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

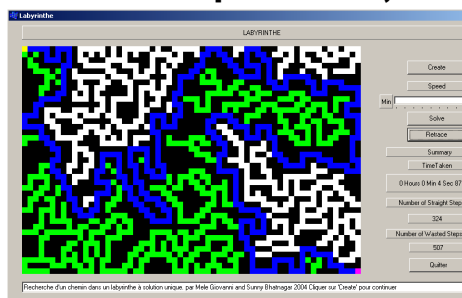
95

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 011.03.08 (1 de 2) , 011.03.08, cf Labo 014.03.10

C17

- Analyser "labyrinthe", sur la figure (la suivante est plus grande).
- Quelles sont les quantités d'expertise:
 - Pour traverser le labyrinthe?
 - Pour faire un pas correct, en moyenne?



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

96

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 007.03.30 (2 de 2) AIC 008.03.03 , AIC009.03.10 , 011.03.08, cf Labo 014.03.10

Labyrinthe
C17

LABYRINTHE

Recherche d'un chemin dans un labyrinthe à solution unique. par Mele Giovanni and Sunny Bhatnagar 2004 Cliquer sur 'Create' pour continuer

$$NFauxPas \cong 2 * NCellulesVertes = 2 * 507 = 1114$$

97

Notion de modèle ; métrique pour le traitement d'information et pour la cognitive

Estimation de grandeurs cognitives

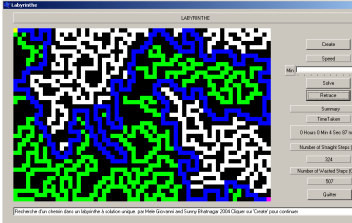
C17.1

Observer "labyrinthe". Quelles sont les quantités d'expertise:
- Pour traverser le labyrinthe?

- | | |
|---|---|
| <p>A $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [lin / s]$</p> | <p>B $1200 [lin / s]$</p> |
| <p>C $K = 4810 [lin]$
 et $\Delta t = 4.09 [s]$</p> | <p>D $2 * 4 lin$</p> |

Estimation de grandeurs cognitives

C17.1
Corr



Observer "labyrinthe". Quelles sont les quantités d'expertise:

- Pour traverser le labyrinthe?

A $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [\text{lin} / \text{s}]$

B $1200 [\text{lin} / \text{s}]$

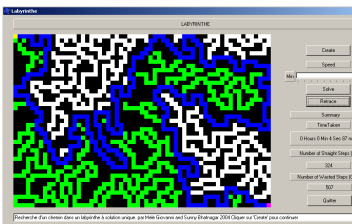
C $K = 4810 [\text{lin}]$

D $2 \cdot 4 \text{ lin}$

et $\Delta t = 4.09 [\text{s}]$

Estimation de grandeurs cognitives

C17.2



Observer "labyrinthe". Quelles sont les quantités d'expertise:

- Pour faire un pas correct, en moyenne?

A $K \approx 5 [\text{lin}]$ et $\Delta t = \frac{4.09}{324} = 0.015 [\text{s}]$

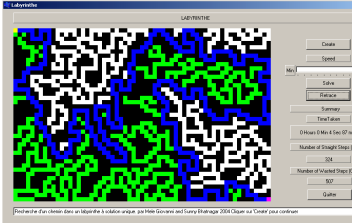
B $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [\text{lin} / \text{s}]$

C 5.18 lin/s

D $333 [\text{lin} / \text{s}]$

Estimation de grandeurs cognitives

C17.2
Corr



Observer "labyrinthe". Quelles sont les quantités d'expertise:

- Pour faire un pas correct, en moyenne?

A $K \approx 5[\text{lin}]$ et $\Delta t = \frac{4.09}{324} = 0.015[\text{s}]$

B $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [\text{lin/s}]$

C 5.18 lin/s

D 333 [lin / s]

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 011.03.08 (1 de 2) , CORR 011.03.08, cf Labo 014.03.10

Quantité d'expertise: $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [\text{lin/s}]$

1. Pour traverser le labyrinthe?
 $K = 4810[\text{lin}]$ $\Delta t = 4.09[\text{s}]$ $E = \frac{K}{\Delta t} = \frac{4810}{4.09} \approx 1200 [\text{lin/s}]$

2. Pour faire un pas correct, en moyenne?

Le temps total: $\Delta t = 4.09[\text{s}]$

Considérons 324 pas corrects (cf. écran)

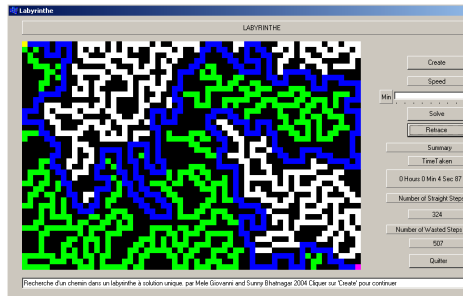
En moyenne : $\Delta t = \frac{4.09}{324} = 0.015[\text{s}]$

$K \approx 5[\text{lin}]$ $E = \frac{K}{\Delta t} = \frac{5}{0.015} \approx 333 [\text{lin/s}]$

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 007.03.30 (1 de 2) AIC 008.03.03, AIC009.03.10, 010.03.08, 011.03.08 C18
cf Labo 014.03.10

- Analyser "labyrinthe", sur la figure (la suivante est plus grande).
- En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animal peut-il apprendre?
- Quelles sont dans ce cas les quantités d'expertise, avant et après apprentissage?
- Y a-t-il intelligence?
- Si oui combien?

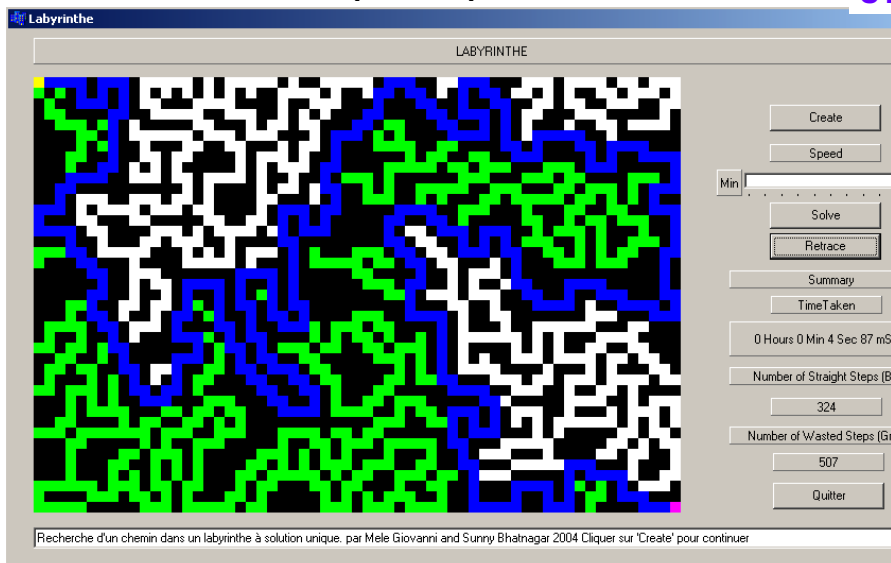


Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

103

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 007.03.30 (2 de 2) AIC 008.03.03, AIC009.03.10, 011.03.08 C18

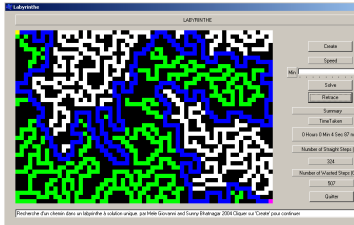


$$NFauxPas \approx 2 * NCellulesVertes = 2 * 507 = 1114$$

104

Estimation de grandeurs cognitives

C18



- Observer "labyrinthe". En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animat peut-il apprendre? Si oui, combien d'intelligence démontre-t-il?

A Il n'y a pas d'intelligence dans ce cas

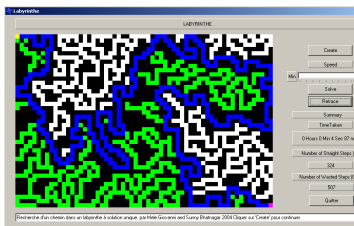
B 4'859 lin/s²

C 4'859 lin/s

$$\mathbf{D} \frac{\Delta E}{\Delta t} \cong \frac{4'859 - 1'200}{4.09} = 895 \text{ lin} / \text{s}^2$$

Estimation de grandeurs cognitives

C18
Corr



- Observer "labyrinthe". En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animat peut-il apprendre? Si oui, combien d'intelligence démontre-t-il?

A Il n'y a pas d'intelligence dans ce cas

B 4'859 lin/s²

C 4'859 lin/s

$$\mathbf{D} \frac{\Delta E}{\Delta t} \cong \frac{4'859 - 1'200}{4.09} = 895 \text{ lin} / \text{s}^2$$

Estimation de grandeurs cognitives

Corr Exo 007.03.30 AIC 008.03.03, 009.03.10, 011.03.08, cf labo 014.03.14

C18

- En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animat peut-il apprendre? **Oui, car il termine plus vite la deuxième fois (chemin bleu) que la première fois (chemin bleu + visite des impasses en vert.)**
- Quelles sont dans ce cas les quantités d'expertise, avant et après apprentissage?

Calcul de l'expertise pour le cas local: $E = K \cdot f = K \cdot c = \frac{K}{\Delta t} [\text{lin} / \text{s}]$

Avant (cf. exo précédent): $K \cong 5 [\text{lin}]$

Ici, $T_{\text{total}} = 4.087 \text{ s}$, $N_{\text{PasJustes}} = 324$;

$\Delta t = 0.015 [\text{s}]$ = temps de prise de décision

$\Rightarrow E_{\text{local}} = 5 / 0.015 \cong 333 [\text{lin} / \text{s}]$ (cf. exo précédent)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 8.3.2011

107

Estimation de grandeurs cognitives

Corr Exo 007.03.30 AIC 008.03.03, 010.03.10, 011.03.08, cf labo 014.03.14

C18

- En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animat peut-il apprendre? **Oui, car il termine plus vite la deuxième fois (chemin bleu) que la première fois (chemin bleu + visite des impasses en vert.)**
- Quelles sont dans ce cas les quantités d'expertise, avant et après apprentissage?

Calcul de l'expertise pour le cas local, après un passage:

Si pas de mémorisation :

idem \Rightarrow pas d'apprentissage ni d'intelligence

Si mémorisation : traitement du chemin bleu (recolorié de façon exclusive en blanc) \Rightarrow processus idem, au niveau local!

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

108

Estimation de grandeurs cognitives

C18

Corr Exo 007.03.30 AIC 008.03.03, 010.03.08, 011.03.08, cf labo 014.03.14

- En modélisant le labyrinthe et colorant ses passages, un animat peut-il apprendre? Oui, car il termine plus vite la deuxième fois (chemin bleu) que la première fois (chemin bleu + visite des impasses en vert.)
- Quelles sont dans ce cas les quantités d'expertise, avant et après apprentissage?

Avant (cf. exo précédent) : $E(t_0) = Kf = \frac{K}{\Delta t} = \frac{4'810lin}{4.09s} \cong 1'200[lin/s]$ * Estimé au pro rata du nombre de pas:
Après: $E(t_1) = \frac{4'810}{0.99*} = 4'859[lin/s]$
 $\frac{324}{324 + 2 * 507} * 4.09 = 0.99 \cong 1s$

- Y a-t-il intelligence?

Oui (cf. définition: capacité d'apprendre, càd. d'augmenter E)

- Si oui combien? $\frac{\Delta E}{\Delta t} \cong \frac{4'859 - 1'200}{4.09} = 895lin/s^2$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

109

Estimation de grandeurs cognitives

C19

Exo 002.06.18

Quelle est la quantité d'expertise caractérisant un mobile capable de faire 1 pas dans le labyrinthe vu au cours, sachant que le mobile fait en moyenne un pas par milliseconde ?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

110

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 002.06.18a

C20

Quelle est la quantité de connaissances nécessaire pour additionner deux nombres à 2 chiffres décimaux ? (nombres positifs)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

111

Estimation de grandeurs cognitives

Exo 002.06.18 b

C21

**Donner un exemple de système qui apprend.
Justifier votre réponse.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

112

Structure de commande C22

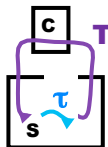
007.04.20, AIC 008.03.03, 010.03.15, 013.03.22

Aussi 3.4...Servocommandes 006.01.24b, 006.11.27, 007.04.20

On souhaite régler un système dont la constante de temps (caractéristique) est de 1 milliseconde, avec un régulateur P échantillonné à la cadence d'une milliseconde également. Est-ce possible ? Justifier votre réponse.

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

113

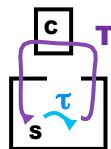


3.1...Commande hiérarchisée N21

(constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10 C22

On souhaite commander (en boucle fermée) un système dont les

variations évoluent avec une constante de temps, τ , d'une milliseconde environ. On dispose pour cela d'un régulateur échantillonné à intervalle, T , d'une milliseconde également. Est-ce possible ? Justifier votre réponse. Que proposez-vous?



$T=1\text{ms}$

$\tau=1\text{ms}$

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

114

N21.1

3.1...Commande hiérarchisée

(constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10

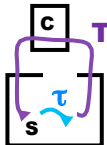
C22.1

Si un système met 1 ms à réagir, qu'est-ce que cela peut concrètement signifier? A combien estimez-vous alors l'agilité correspondante?

- A** Le système de commande est rapide. La constante de temps vaut 0.9 ms, et l'agilité est de 1100.
- B** Le système de commande est rapide. La constante de temps vaut 1.1 ms, et l'agilité est de 900.
- C** Il y a un problème. L'agilité ne peut pas s'estimer dans ce cas.
- D** Une action à l'entrée du système n'a pas d'effet significatif immédiat. L'agilité vaut ici 1000 [1/s]

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

115



N21.1

3.1...Commande hiérarchisée

(constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10

Corr

C22.1

Si un système met 1 ms à réagir, qu'est-ce que cela peut concrètement signifier? A combien estimez-vous alors l'agilité correspondante?

- A** Le système de commande est rapide. La constante de temps vaut 0.9 ms, et l'agilité est de 1100.
- B** Le système de commande est rapide. La constante de temps vaut 1.1 ms, et l'agilité est de 900.
- C** Il y a un problème. L'agilité ne peut pas s'estimer dans ce cas.
- D** Une action à l'entrée du système n'a pas d'effet significatif immédiat. L'agilité vaut ici 1000 [1/s]

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 1er octobre 2015

116

3.1...Commande hiérarchisée (constante de temps et agilité) **corr.** 011.11.10, 014.11.10 **C22.2**

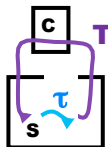
Une constante de temps de 1 ms indique que le système considéré prend 1 milliseconde à partir d'un événement incident, d'un message qu'il reçoit, pour réagir, c'est-à-dire pour développer l'essentiel de sa réponse; pour présenter en sortie la situation ou le message correspondant .

L'agilité c'est la vitesse de réaction, c'est l'inverse de la constante de temps d'un système. Si le temps $T=1\text{ms}$, l'agilité $A=1000$ [1/s].

$$T=1\text{ms} \quad A_{\text{commande}}=1000 \text{ [1/s]}$$

$$\tau=1\text{ms} \quad A_{\text{système}}=1000 \text{ [1/s]}$$

En commande en boucle fermée, c'est-à-dire comportant une rétro-action, c'est l'agilité relative, A_r , c'est-à-dire le rapport entre l'agilité de la commande et celle du système commandé, qui est déterminante. Ici $A_r = A_c / A_s = 1000/1000=1$



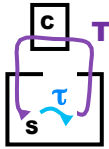
3.1...Commande hiérarchisée **N21.2** (constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10 **C22.2**

On souhaite commander (en boucle fermée) un système dont les variations

évoluent avec une constante de temps, τ , d'une milliseconde environ. On dispose pour cela d'un régulateur échantillonné à intervalle, T , d'une milliseconde également. Est-ce possible ?

$$T=1\text{ms} \quad \tau=1\text{ms}$$

- | | |
|--|--|
| A Oui car l'agilité relative est supérieure à 20. | B Non, car l'agilité relative est insuffisante. |
| C Oui car l'agilité relative est supérieure à 2. | D On ne peut pas le dire, car les paramètres du régulateur ne sont pas indiqués dans la donnée. |



N21.2

3.1...Commande hiérarchisée C22.2 (constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10 Corr

On souhaite commander (en boucle fermée) un système dont les variations

évoluent avec une constante de temps, τ , d'une milliseconde environ. On dispose pour cela d'un régulateur échantillonné à intervalle, T , d'une milliseconde également. Est-ce possible ?

$T=1\text{ms}$ $\tau=1\text{ms}$

- A** Oui car l'agilité relative est supérieure à 20.
- B** Non, car l'agilité relative est insuffisante.
- C** Oui car l'agilité relative est supérieure à 2.
- D** On ne peut pas le dire, car les paramètres du régulateur ne sont pas indiqués dans la donnée.

3.1...Commande hiérarchisée C22.2

007.11.20 Corr 1 de 3, 008.11.14, 009.11.10, 010.11.23, 011.11.10P, 014.11.10

L'agilité relative du système à régler est la suivante: $T/\tau=1\text{ms}/1\text{ms}=1$

Dès lors, comme indiqué sur l'axe de la fig. ad hoc (cf. cours pp. 5 et 54), un tel régulateur ne suffit pas.

$$A_c=1/T \quad A_s=1/\tau \quad A_r=A_c/A_s$$

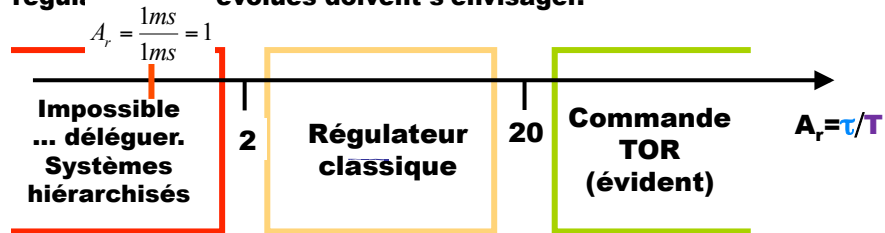
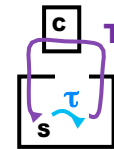
3.1...Commande hiérarchisée C22.2

Corr 2 de 3 , 007.11.20, 008.11.14 009.11.10 , 010.11.23 , 011.11.10P, 014.11.10

Choix de méthode selon l'agilité de la commande:

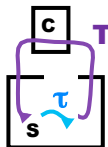
On observe que pour des commandes, C, rapides avec retards faibles (T petit), les solutions simples sont appropriées. Lorsqu'au contraire, T avoisine ou dépasse la constante de temps caractéristique,

T, du système à commander, S, des modes de régulation plus évolués doivent s'envisager.



HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

121



3.1...Commande hiérarchisée C22.3

(constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10

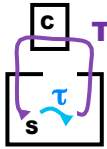
N21.3

Pour que l'application puisse fonctionner de façon satisfaisante, quelle démarche est requise?

- | | |
|---|---|
| A Ajouter un régulateur accessoire ("cascader", "hiérarchiser"). | B Augmenter l'agilité de la commande. |
| C Diminuer l'agilité du système à commander. | D Utiliser l'une, ou l'autre, ou plusieurs, des démarches A à C. |

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

122



N21.3

3.1...Commande hiérarchisée C22.3 (constante de temps et agilité) 011.11.10, 014.11.10 Corr

Pour que l'application puisse fonctionner de façon satisfaisante, quelle démarche est requise?

- A** Ajouter un régulateur accessoire ("cascader", "hiérarchiser").
- B** Augmenter l'agilité de la commande.
- C** Diminuer l'agilité du système à commander.
- D** Utiliser l'une, ou l'autre, ou plusieurs, des démarches A à C.

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

123

3.1...Commande hiérarchisée

Corr 3 de 3, 007.11.20, 008.11.14, 009.11.10, 010.11.23, 011.11.17, 014.11.10 C22.3

Pour que ça joue, une ou plusieurs des trois démarches suivantes sont requises:

- 1- ajouter un régulateur complémentaire, plus rapide (système hiérarchisé – cascader ou maillé dans le jargon de la régulation)*
- 2- diminuer l'intervalle d'échantillonnage (2 à 20x),
- 3- augmenter le temps de réaction du système à régler (via par exemple son inertie).

* **Par exemple: ajouter un régulateur de vitesse, entre un PC assurant une régulation de position, et un moteur à courant continu**

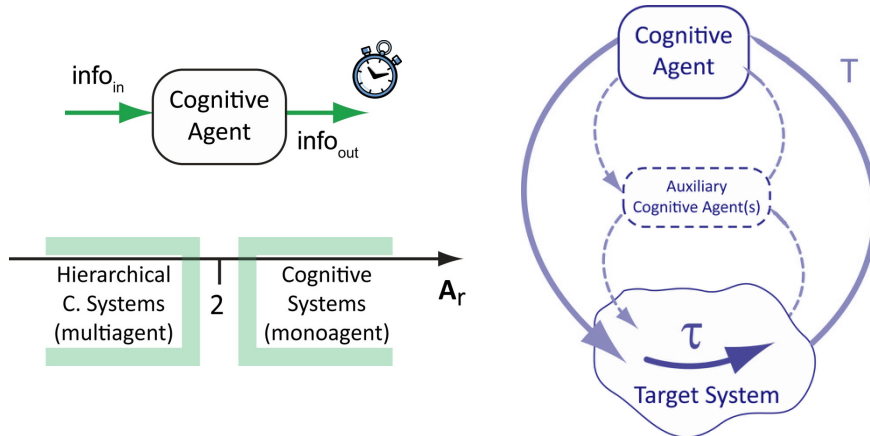
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

124

Structure de commande C22.3

Corr 007.04.20, AIC 008.03.03, 010.03.15, **011.03.15**

Point de vue cognitif



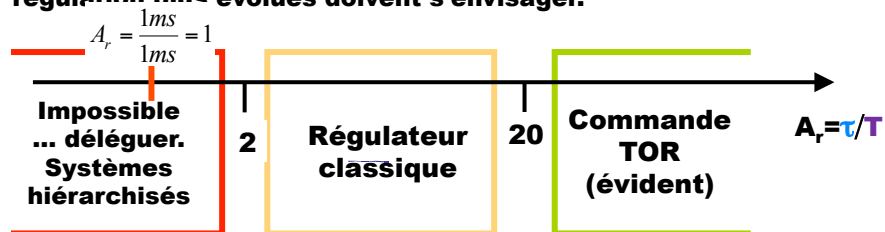
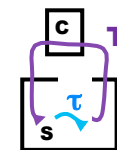
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

125

Structure de commande C22.3

Corr 1 de 2 007.04.20, 009.03.10, 010.03.15, 011.03.15

On observe que pour des commandes, **C**, rapides avec retards faibles (**T** petit), les solutions simples sont appropriées. Lorsqu'au contraire, **T** avoisine ou dépasse la constante de temps caractéristique, τ , du système à commander, **S**, des modes de régulation plus évolués doivent s'envisager.



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 9.3.2017

126

Structure de commande ^{C22.3}

Corr 2 de 2, 007.04.20, 010.03.15 , 011.03.15

•La réponse est « non » comme le graphique ci-dessous le montre, vu l'agilité relative, le rapport T/τ , qui vaut 1.

•(T , c'est le temps de régulation, d'environ 1ms; et τ , c'est la constante de temps caractéristique du système, qui vaut ici 1 ms également; pour une telle situation, un régulateur supplémentaire, plus agile, en aval, est nécessaire)

L'agilité se définit ici comme l'inverse du temps de réaction. Et l'agilité relative d'une commande par rapport à un système qu'elle contrôle correspond à l'inverse du rapport des temps de réactions respectifs

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

127

Structure de commande ^{C23}

•Si l'agilité relative indique qu'un régulateur classique serait utile (P, , PD, PID, ...), comment le dimensionner?

•Décrire la méthode basique de Ziegler-Nichols

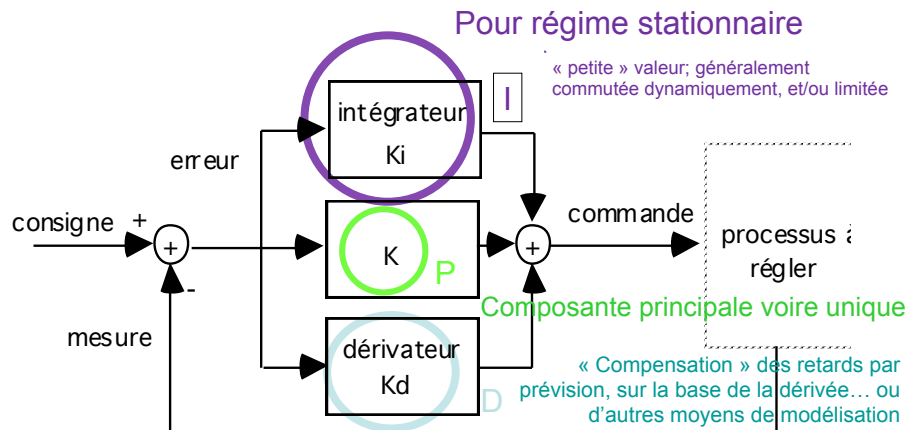
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

128

AIC-Automatisation avancée, intelligence artificielle et cognitive

Corr 1 de 3

Aperçu: régulateur PID



HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 30.01.2014

129

Méthode de Ziegler-Nichols pour dimensionner un régulateur PID 1 de 2

Corr 2 de 3

Brancher le régulateur au système avec des gains P, I et D initialement nuls. Augmenter progressivement le gain de la branche proportionnelle (K_P).

3 scénarios sont possibles:

- Dans certains cas on peut augmenter ce gain arbitrairement et cela va de mieux en mieux. Un réglage tout-ou-rien est alors indiqué.
- Dans d'autres cas, le système ne bouge pas (gain très faible) ou est instable pour toutes (autres) valeurs du gain, et il faut changer d'approche. On ne peut utiliser un régulateur PID dans ce contexte (cf. systèmes hiérarchisés).
- Le cas intéressant ici est celui où un régulateur PID (ou P, PI, etc.) est à la fois nécessaire et utile.

Dans ce cas on observe généralement que l'augmentation de K_P est d'abord judicieuse (amélioration en terme de précision, de vitesse de régulation), jusqu'à une certaine valeur critique, K_C , au-delà de laquelle le système se met à osciller.

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 12.02.2010

130

Méthode de Ziegler-Nichols pour dimensionner
un régulateur PID 2 de 2

Corr 3 de 3

- La méthode consiste essentiellement à relever la valeur du gain critique K_c , et celle de la pulsation ω_c , des oscillations qui s'installent dans ces conditions.

- On choisit alors:

$$K_p = 0.59 K_c ;$$

$$K_D = \pi / \omega_c \quad (\text{parfois aussi appelé } T_d);$$

$$K_I = \omega_c / 0.75 \quad (\text{parfois aussi appelé } 1/T_i);$$

4.6... Définition de l'I.A. 1 C24

007.04.20, 008.03.10, 009.03.24, 010.03.16,

011.03.29 , 013.03.22

**Qu'est-ce que l'intelligence artificielle selon
Alan Turing ?**

4.6... Définition de l'I.A. 1

Corr 007.04.20 , 009.03.24 , 010.03.16, 011.03.29

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle selon Alan Turing ?

Cf. cours. En bref: capacité pour une machine de « chatter » comme un humain.

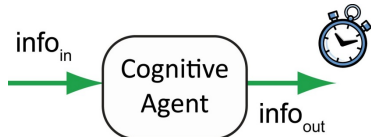
C25

4.6... Définition de l'I.A. 2

007.04.20 , 009.03.24 , 010.03.16, 011.03.29

Qu'est-ce que l'intelligence selon le modèle MSC vu au cours?

4.6... Définition de l'I.A. 2 C25



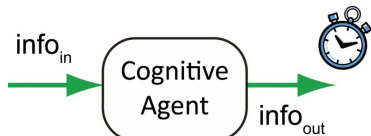
Qu'est-ce que l'intelligence selon le modèle MSC vu au cours?

- A** La capacité de chatter comme un humain.
- B** La capacité d'apprendre avec l'expérience
- C** C'est la capacité de deep learning comme pour le pilotage automatique des voitures Tesla.
- D** C'est une capacité cognitive d'adaptation exclusivement humaine

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

135

4.6... Définition de l'I.A. 2 C25



Corr

Qu'est-ce que l'intelligence selon le modèle MSC vu au cours?

- A** La capacité de chatter comme un humain.
- B** La capacité d'apprendre avec l'expérience
- C** C'est la capacité de deep learning comme pour le pilotage automatique des voitures Tesla.
- D** C'est une capacité cognitive d'adaptation exclusivement humaine

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 6 mars 2017

136

4.6... Définition de l'I.A. 2

C25

Corr 007.04.20 , 009.03.24 , 010.03.16, **011.03.29**

Qu'est-ce que l'intelligence selon le modèle MSC vu au cours?

Cf. cours. En bref: capacité pour une machine de « d'apprendre », c'est-à-dire d'augmenter son niveau « d'expertise ».

4.6... Définition de l'I.A. 3

C26

007.04.20 , 010.03.16

Quelle définition de l'intelligence rend toute intelligence artificielle impossible?

4.6... Définition de l'I.A. 3 ^{C26}

corr

Quelle définition de l'intelligence rend toute intelligence artificielle impossible?

Cf. cours. En bref: capacité cognitive propre à l'homme.

4.6... Définition de l'I.A. 4 ^{C27}

Expliquer comment l'intelligence artificielle se définit concrètement par sa réalité sociale et historique, plutôt que par ses propriétés essentielles (définition ontologique)?

4.6... Définition de l'IA. 4 ^{C27}

corr

Expliquer comment l'intelligence artificielle se définit concrètement par sa réalité sociale et historique, plutôt que par ses propriétés essentielles (définition ontologique)?

Cf. cours. En bref: voir ce qui se passe dans les labos d'IA. Par exemple à l'Uni de ZH: système capable de bouger des nageoires comme un poisson.

En 2017: Deep learning, Machine Learning, Robocup@Home...

4.6... Système-expert ^{C28}

Qu'est-ce qu'une base de connaissance, et comment est-elle réalisée ?

4.6... Système-expert

C28

corr

Qu'est-ce qu'une base de connaissance, et comment est-elle réalisée ?

Voir cours. En bref, c'est un ensemble de « granules » de connaissances; en pratique c'est généralement une collection de « règles » de la forme « Si ... condition ... alors ... action ».

4.6... Arbre de décision

C29

AIC 008.03.10 , 009.03.24

On souhaite obtenir 12 points en cumulant les points de trois lancers successifs d'un dé à 6 faces. Créer l'arbre de décision correspondant.

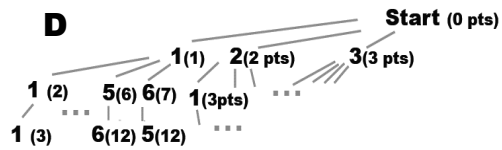
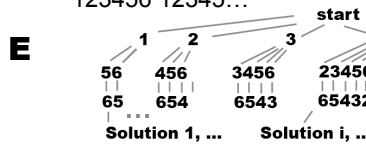
4.6... Arbre de décision c29

On souhaite obtenir 12 points en cumulant les points de trois lancers successifs d'un dé à 6 faces. Créer l'arbre de décision correspondant.

A S=0
1 2 3 4 5 6
123456 12345...

B S S S
1 1 1
1 1 1
1 12 123 ...

C But=12
1 2 3 4 5 6
123456 12345...



F Quasi tout (A-D) est correct

G Quasi tout (A-E) est faux

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 7 mars 2017

145

4.6... Arbre de décision c29

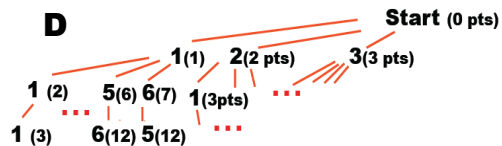
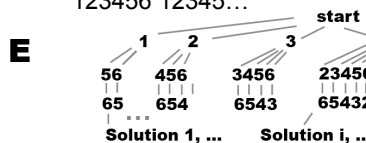
Corr

On souhaite obtenir 12 points en cumulant les points de trois lancers successifs d'un dé à 6 faces. Créer l'arbre de décision correspondant.

A S=0
1 2 3 4 5 6
123456 12345...

B S S S
1 1 1
1 1 1
1 12 123 ...

C But=12
1 2 3 4 5 6
123456 12345...



F Quasi tout (A-D) est correct

G Quasi tout (A-E) est faux

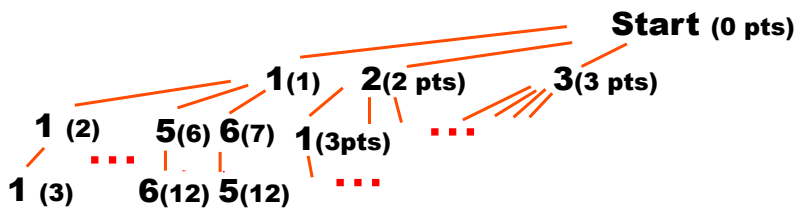
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 7 mars 2017

146

4.6... Arbre de décision

Corr AIC 008.03.10 , 009.03.24,

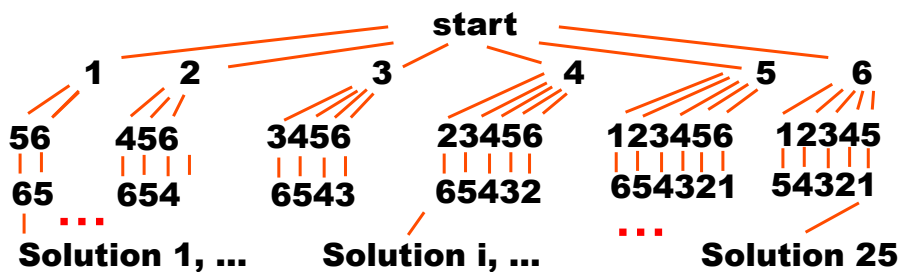
On souhaite obtenir **12** points en cumulant les points de trois lancers successifs d'un dé à 6 faces. Créer l'arbre de décision correspondant.



4.6... Arbre de décision

CORR (1 de 2) AIC 008.03.10 , 009.03.24

Ici, pour une bonne lisibilité, seules les branches menant au succès sont représentées.

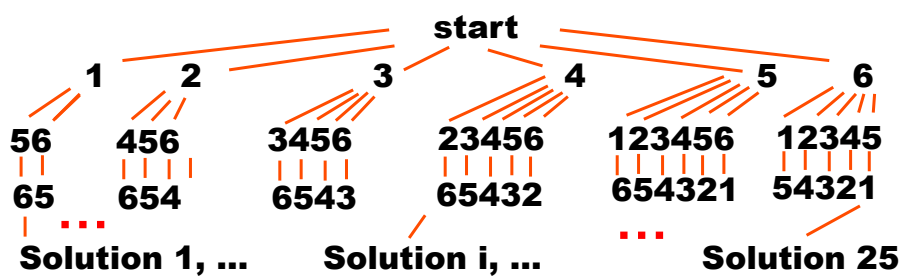


4.6... Arbre de décision

C29

CORR (2 de 2) AIC 008.03.10, 009.03.24

Les heuristiques, telles que « Plus que 12, c'est trop », permettent de tailler l'arbre de décision, c'est-à-dire d'ignorer certaines branches.



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

149

4.6... Arbre de décision

C30

Sur la base de l'exercice précédent, expliquer les notions de « chaînage avant », « chaînage arrière », recherche « en largeur » et « en profondeur ».

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

150

4.6... Arbre de décision **corr** C30

Sur la base de l'exercice précédent, expliquer les notions de « chaînage avant », « chaînage arrière », recherche « en largeur » et « en profondeur ».

On cherche une solution dans l'ordre suivant:

Chaînage avant, en largeur: Start, puis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 5, 6, 4, 5, 6, etc. jusqu'à Solution 1.

Chaînage arrière, en largeur: Solution 1, puis 6,5, 6,5,4, 6,5,4,3, 6,5,4,3,2, 6,5,4,3,2,1, 5,4,3,2,1, 5,6, 4,5,6, etc. jusqu'à Start.

Chaînage avant, en profondeur: Start, puis 1, 5, 6, Solution 1.

Chaînage arrière, en profondeur: Solution 1, puis 6, 5, 1 Start.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

151

4.6. Eliza 1 C31

010.03.16 , 013.04.12

Selon quelle définition classique le programme Eliza tente-t-il d'être intelligent? Dans quelle mesure, à votre avis, réussit-il?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

152

4.6. Eliza 1

C31

corr, 010.03.16

Selon quelle définition classique le programme Eliza tente-t-il d'être intelligent? Dans quelle mesure, à votre avis, réussit-il?

**Voir cours. En bref,
-il s'agit pour la machine de dialoguer avec l'homme comme un humain, selon le test d'intelligence de Turing
-La solution d'Eliza est très superficielle et peut faire illusion pour un observateur naïf imaginant qu'Eliza comprenne chaque mot utilisé.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

153

4.6. Eliza 2

C32

Quelle est le principe le plus important implémenté dans le programme Eliza?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

154

4.6. Eliza 2

C32

corr

Quelle est le principe le plus important implémenté dans le programme Eliza?

Voir cours. En bref, Eliza se limite pratiquement à rebondir sur des mots-clefs avec des phrases préparées.

4.6. Eliza 3

C33

On souhaite faire un système d'information, ou éventuellement de divertissement, relatif à la HEIG-VD sur le principe d'ELIZA.

Donner

- **2 mots-clefs**
- **2 réponses-types par mot-clef, et**
- **faites un exemple de session interactive.**

4.6. Eliza 3

C33

- **Faire 2 groupes, A et B**
- **Discussion pendant 5 minutes**
- **Présentation des résultats**
 - **Groupe A**
 - **Groupe B**

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 7 mars 2017

157

4.6. Eliza 3 (1 de 4)

C33

CORR 007.04.27 , AIC008.03.17, 009.03.31, , 010.03.16, 011.05.11

- **Au lieu d' Eliza, appelons notre interlocuteur « Elie »**
- **2-3 mots-clefs: étudiant; concept; secrétariat**
- **2 réponses-types par mot-clef**
 - Etudiant:**
 - **Qu'étudiez-vous?**
 - **Où étudiez-vous?**
 - **Comme étudiant, quel type de formation envisagez-vous?**
 - Concept :**
 - **C'est quoi pour vous cette notion * (ce symbole « * » demande la répétition brute de la fin de la phrase originale, à partir du mot reconnu)**
 - **Vous utilisez souvent des mots compliqués?**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

158

4.6. Eliza 3 (2 de 4)

C33

CORR 007.04.27 , AIC008.03.17, 009.03.31, , 010.03.16, 011.05.11

- 2-3 réponses-types par mot-clef

Secrétariat :

- **Vous trouverez le secrétariat au niveau « F » du bâtiment de la route de Cheseaux N0 1**
- **Les heures d'ouverture du secrétariat sont les suivantes Et le numéro de tél.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

159

4.6. Eliza 3 (3 de 4)

C33

CORR 007.04.27 , AIC008.03.17 , 009.03.31 , 011.05.11

-Exemple de session avec « Elie »:

Elie: Bonjour, qui êtes-vous, comment vous appelez-vous?

Utilisateur: Je m'appelle Jérôme. Je suis étudiant.

E: Qu'étudiez-vous?

U: Je suis en train d'étudier le concept d'Intelligence Artificielle

E: C'est quoi pour vous cette notion d'Intelligence Artificielle?

...

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

160

4.6. Eliza 3 (4 de 4)

C33

CORR 007.04.27 , AIC008.03.17, 009.03.31, 011.03.29

-Autre idée:

Répondre en fonction de mots similaires dans les news de l'école ...

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

161

4.6. Inférence bayésienne

C34

013.04.12

Soient:

- 1 paquet de cartes ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets contenant 1 seul carreau chacun (jass, 36 cartes, avec des pics à double)
- J'ai tiré un carreau
- Hypothèses:
 - Vient du paquet ordinaire;
 - Vient d'un autre paquet;
- Quelle est la probabilité que ça vienne du paquet ordinaire?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

162

4.6. Inférence bayésienne

- 1 paquet ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets avec 1 seul carreau (jass, 36 cartes, pics à double)
- J'ai tiré un carreau ... du paquet ordinaire?

Comment structurer ce problème?

A

donnée « D »: 36 cartes
hypothèse « H1 »: vient d'un paquet spécial

B

donnée « D »: carreau tiré
hypothèse « H1 »: vient du paquet ordinaire

C

donnée « D »: 20 paquets spéciaux
hypothèse « H1 »: pics à double

D

donnée « D »: 1 carreau 20x
hypothèse « H2 »: vient d'un paquet spécial

4.6. Inférence bayésienne

- 1 paquet ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets avec 1 seul carreau (jass, 36 cartes, pics à double)
- J'ai tiré un carreau ... du paquet ordinaire?

Corr

Comment structurer ce problème?

A

donnée « D »: 36 cartes
hypothèse « H1 »: vient d'un paquet spécial

B

donnée « D »: carreau tiré
hypothèse « H1 »: vient du paquet ordinaire

C

donnée « D »: 20 paquets spéciaux
hypothèse « H1 »: pics à double

D

donnée « D »: 1 carreau 20x
hypothèse « H2 »: vient d'un paquet spécial

4.6. Inférence bayésienne

Donnée bis... ou corrigé partiel?

Soient:

- 1 paquet de cartes ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets contenant 1 seul carreau chacun (jass, 36 cartes, avec des pics à double)
- J'ai tiré un carreau (donnée « D »)
- Hypothèses:
 - Vient du paquet ordinaire (« H1 »);
 - Vient d'un autre paquet (« H2 »);
- Quelle est la probabilité de H1?

4.6. Inférence bayésienne

- 1 paquet ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets avec 1 seul carreau (jass, 36 cartes, pics à double)
- J'ai tiré un carreau (D)... du paquet ordinaire (H1)?

Probabilité que mon carreau vienne du paquet ordinaire?

A

$$H1|D=0.31$$

B

$$H1|D=0.9$$

C

$$H1|D=1/21$$

D

$$H1|D=29/36$$

4.6. Inférence bayésienne

- 1 paquet ordinaire (jass, 36 cartes)
- 20 paquets avec 1 seul carreau (jass, 36 cartes, pics à double)
- J'ai tiré un carreau (D)... du paquet ordinaire (H1)?

Corr

Probabilité que mon carreau vienne du paquet ordinaire?

A

$$H1|D=0.31$$

B

$$H1|D=0.9$$

C

$$H1|D=1/21$$

D

$$H1|D=29/36$$

4.6. Inférence bayésienne

Soient:

Cas 1	Paquet normal 9 carreau, 27 autres couleurs	
2 paquets	20 autres	27
seulement	NAPcarreau	9
	PrDsachantH1	0.25
	Autre paquet, 35 autres, 1 carreau	
	NAPautres	35
	NAPcarreau	1
	PrDsachantH2	0.02777778
	Probabilité a priori (Prior prob.) de prendre:	
	H1: l'hypothèse « On a pris dans le paquet normal. »:	
	PrH1	0.5
	H2: l'hypothèse « On tire dans l'autre paquet. »:	
	PrH2	0.5
	D: (données, data) On tire une carte carreau	
	PrH1sachantD?	
	P(H1 D) = Num/Denom	
	Num = (P(D H1)*P(H1))	
	Num	0.125
	Denom=P(D)	
	P(D)=P(D H1)*P(H1)+P(D H2)*P(H2) (intégrale toutes hypothèses)	
	PrD	0.13888889
	Denom	0.13888889
	PrH1sachantD	0.9

4.6. Inférence bayésienne

Soient:

Cas 2		
21 paquets	Paquet normal 9 carreau, 27 autres couleurs	
seulement	NAPautres	27
	NPNcarreau	9
	PrDsachantH1	0.25
	Autre paquet, 35 autres, 1 carreau	
	NAPautres	35
	NAPcarreau	1
	PrDsachantH2	0.02777778
	Probabilité a priori (Prior prob.) de prendre:	
	H1: l'hypothèse « On a pris dans le paquet normal. »:	
	PrH1	0.047619
	H2: l'hypothèse « On tire dans l'autre paquet. »:	
	PrH2	0.95238095
	D: (données, data) On tire une carte carreau	
	PrH1sachantD?	
	P(H1 D) = Num/Denom	
	Num = (P(D H1)*P(H1))	
	Num	0.01190476
	Denom=P(D)	
	P(D)=P(D H1)*P(H1)+P(D H2)*P(H2) (intégrale toutes hypothèses	
	PrD	0.03835979
	Denom	0.03835979
	PrH1sachantD	0.3103448

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

169

4.6. Logique floue 1

002.03.26, 007.05.04 . AIC 008.03.17, AIC 009.03.31, 010.03.22 ,
011.04.04 , 013.04.19

Soit une variable floue « jeune ». Estimez-en la fonction d'appartenance pour le cas général.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

170

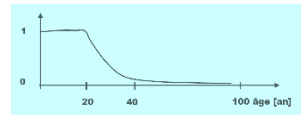
C35

4.6. Logique floue 1

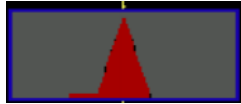
Soit une variable floue « jeune ». Estimez-en la fonction d'appartenance pour le cas général.

A 5..30

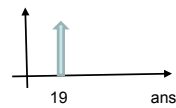
B



C



D



HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

171

C35

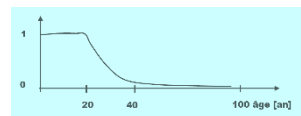
4.6. Logique floue 1

Corr

Soit une variable floue « jeune ». Estimez-en la fonction d'appartenance pour le cas général.

A 5..30

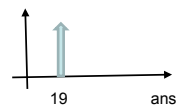
B



C



D



HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

172

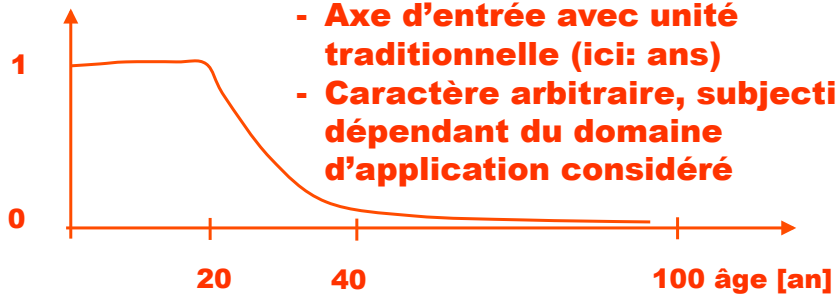
C35

4.6. Logique floue 1

Corr 002.03.26 007.05.04 - AIC 008.03.17, 009.03.31, 010.03.29 ,
011.04.04

Voici une fonction d'appartenance possible pour une variable floue « jeune ».

- Degré d'appartenance entre 0 et 1
- Axe d'entrée avec unité traditionnelle (ici: ans)
- Caractère arbitraire, subjectif, dépendant du domaine d'application considéré



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

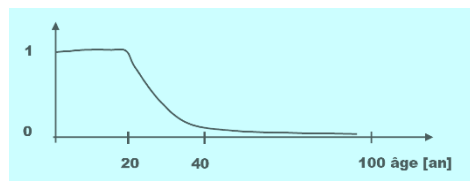
173

C36

4.6. Logique floue 2

002.03.26, 007.05.04 , 011.04.04

Que donne la fuzzification selon l'exercice précédent pour une personne de 35 ans ?



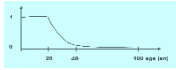
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

174

C36

4.6. Logique floue 2

002.03.26, 007.05.04 , 011.04.04



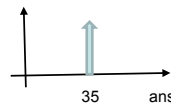
Que donne la fuzzification selon l'exercice précédent pour une personne de 35 ans ?

A -0.25

B faux

C 0.3

D



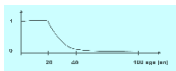
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

175

C36

4.6. Logique floue 2

002.03.26, 007.05.04 , 011.04.04



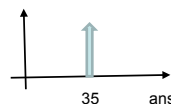
Que donne la fuzzification selon l'exercice précédent pour une personne de 35 ans ?

A -0.25

B faux

C 0.3

D



HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

176

Corr

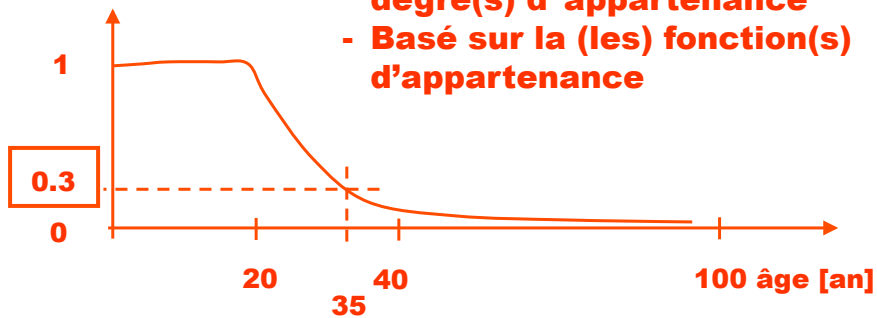
C36

4.6. Logique floue 2

Corr 002.03.26 007.05.04 , 011.04.04

Que donne la fuzzification selon l'exercice précédent pour une personne de 35 ans ?

- Conversion de type: âge à degré(s) d'appartenance
- Basé sur la (les) fonction(s) d'appartenance



177

C37

4.6. Logique floue 3

002.03.26, 007.05.04 . AIC 008.03.17, 009.03.31 , 010.03.22 , 011.04.04

Si deux variables floues, « jeune » et « grand », valent respectivement 0.4 et 0.7, qu'obtient-on si on en fait le produit au sens de la logique floue (généralisation de l'opérateur booléen « Et »)?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

178

C37

4.6. Logique floue 3

Si deux variables floues, « jeune » et « grand », valent respectivement 0.4 et 0.7, qu'obtient-on si on en fait le produit au sens de la logique floue (généralisation de l'opérateur booléen « Et »)?

A 0.28

B 0.3

C 0.7

D 0.4

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

179

C37

4.6. Logique floue 3

Corr

Si deux variables floues, « jeune » et « grand », valent respectivement 0.4 et 0.7, qu'obtient-on si on en fait le produit au sens de la logique floue (généralisation de l'opérateur booléen « Et »)?

A 0.28

B 0.3

C 0.7

D 0.4

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 8 mars 2017

180

4.6. Logique floue 3

C37

Corr 002.03.26 007.05.04 . AIC 008.03.17 , 009.03.31,
010.03.29 , 011.04.04

Si deux variables floues, « jeune » et « grand », valent respectivement 0.4 et 0.7, qu'obtient-on si on en fait le produit au sens de la logique floue (généralisation de l'opérateur booléen « Et »)?

- L'opérateur « Min » généralise l'opérateur « Et » du monde booléen
- Jeune « Et » grand = $\text{Min}(0.4, 0.7) = 0.4$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

181

4.6. Logique floue 4

C38

Proposez une fonction d'appartenance pour une variable floue du type « troisième âge ».

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

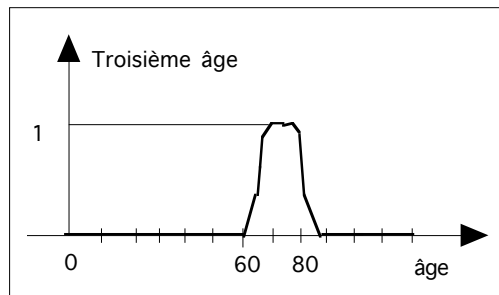
182

4.6. Logique floue 4

C38

corr

Proposez une fonction d'appartenance pour une variable floue du type « troisième âge ».



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

183

4.6. Logique floue 5

C39

**007.05.04 . AIC 008.03.17, 009.03.31, 010.03.22 , 011.04.04,
014.04.11**

On souhaite défuzzifier un ensemble flou représentant l'âge d'une personne. Cet âge est caractérisé par deux variables floues: jeune, avec degré d'appartenance 0,4, et adulte, avec degré d'appartenance 0,5. Quel est l'âge de cette personne?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

184

C39

4.6. Logique floue 5

On souhaite défuzzifier un ensemble flou représentant l'âge d'une personne. Cet âge est caractérisé par deux variables floues: jeune, avec degré d'appartenance 0,4, et adulte, avec degré d'appartenance 0,5. Quel est l'âge de cette personne?

- A** 29 ans **B** 15 ans
- C** 40 ans **D** 21 ans

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

185

C39

4.6. Logique floue 5

Corr

On souhaite défuzzifier un ensemble flou représentant l'âge d'une personne. Cet âge est caractérisé par deux variables floues: jeune, avec degré d'appartenance 0,4, et adulte, avec degré d'appartenance 0,5. Quel est l'âge de cette personne?

- A** 29 ans **B** 15 ans
- C** 40 ans **D** 21 ans

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

186

4.6. Logique floue 5

C39

Corr (1 de 2) 007.05.04, 008.03.31, 009.03.31, 011.04.04,
014.04.11

- **Défuzzifier : revenir du domaine flou au domaine ordinaire (ici: âge en années)**
- **w : degré d'appartenance**
- **Valeurs typiques:**
 - données comme telles (« singletons »)
 - « moyennes » selon fonction d'appartenance
- **Valeur défuzzifiée: moyenne des valeurs typiques pondérées par le degré d'appartenance:**

$$V_{\text{défuzzifiée}} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

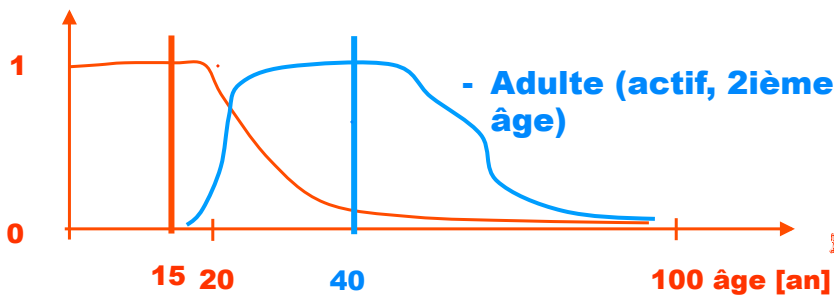
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

187

4.6. Logique floue 5

C39

Corr (2 de 2) 007.05.04, 008.03.31, 009.03.31, 011.04.04, .,
013.04.26



$$V_{\text{défuzzifiée}} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

$$V_{\text{défuzzifiée}} = \frac{0.4 * 15 + 0.5 * 40}{0.4 + 0.5} \cong 29 \text{ ans}$$

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

188

4.6. Logique floue 6

Comment la logique floue peut-elle en principe permettre de faire de la régulation? Expliquer l'approche du laboratoire pour l'application du pendule inverse et esquisser le flux de données mis en place avec cette technique

4.6. Logique floue 6

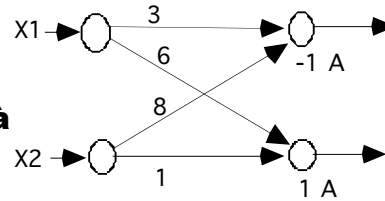
- **Faire 2 groupes, A et B**
- **Discussion pendant 5 minutes**
- **Présentation des résultats**
 - **Groupe A**
 - **Groupe B**

4.6. Réseau neuronal 1 C41

007.05.11, 008.03.31, 009.04.07, 010.03.29, 011.04.12 ,
013.04.26 014.04.11

Soit un réseau neuronal, à 2 entrées et deux neurones :

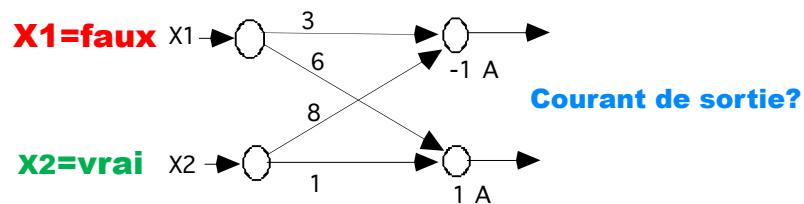
Donner le courant de sortie du réseau de Hopfield ci-contre, pour les signaux d'entrées **X1=faux** et **X2=vrai**. Le réseau a un fonctionnement similaire à celui du régulateur pour pendule inversé vu au cours. Justifiez brièvement votre réponse.



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

191

4.6. Réseau neuronal 1 C41



A -8 A

B 1 A

C -1 A

D (1-8) A

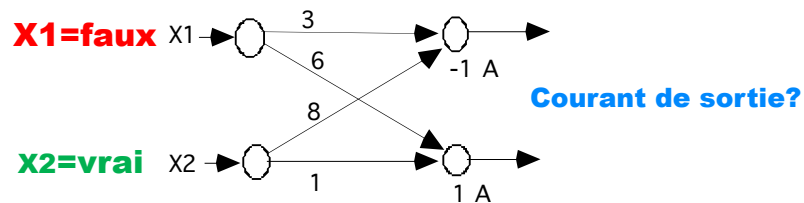
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

192

4.6. Réseau neuronal 1

C41

Corr



A -8 A

B 1 A

C -1 A

D (1-8) A

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

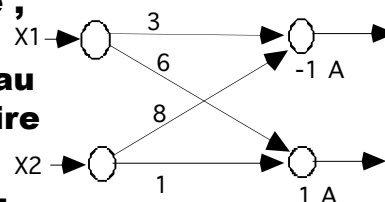
193

4.6. Réseau neuronal 1

C41

Corr 007.05.11 , 009.04.07, 010.04.12, 011.04.12 , 013.04.26,
014.04.11

Donner le courant de sortie du réseau de Hopfield ci-contre , pour les signaux d'entrées X1=faux et X2=vrai. Le réseau a un fonctionnement similaire à celui du régulateur pour pendule inversé vu au cours. Justifiez brièvement votre réponse.



Neurone 1: 8, Neurone2: 1

C'est donc le premier qui l'emporte et le courant est de -1 A.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

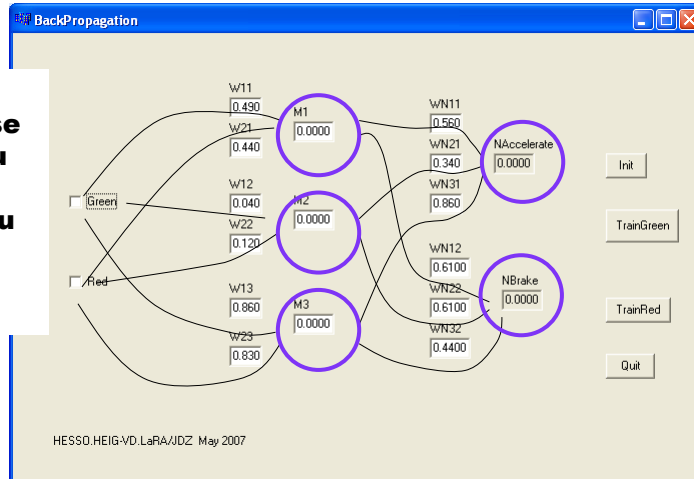
194

4.6. Réseau neuronal à rétropropagation

C42

008.03.31, 009.04.07, 011.04.12, 013.04.26, 014.04.04

Quelle est la décision prise par le réseau ci-contre lorsque le feu est vert? Justifier la réponse

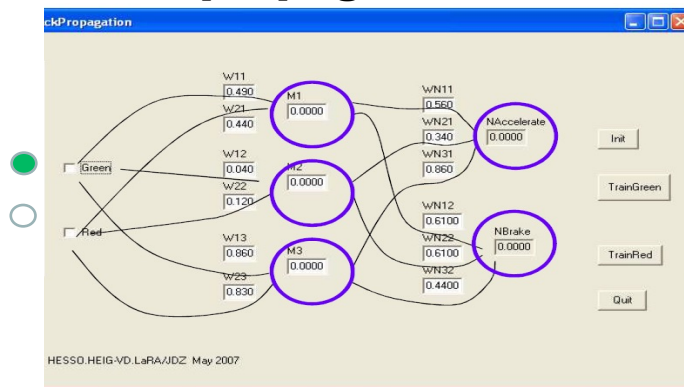


Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

195

4.6. Réseau neuronal à rétropropagation

C42



- A** Accélérer à 56%
- B** $0.56 - 0.61 >$ apprentissage
- C** Freiner
- D** Accélérer

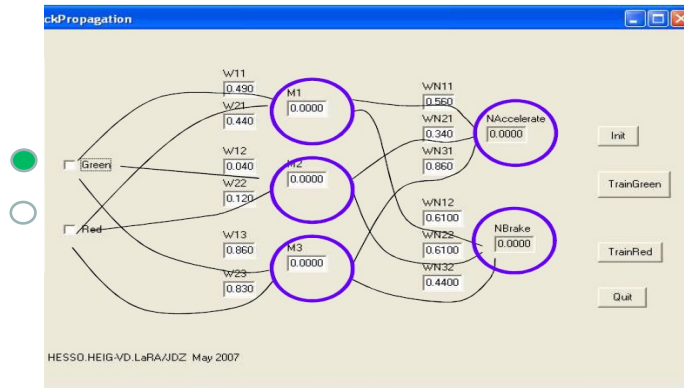
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

196

4.6. Réseau neuronal à rétropropagation

C42

Corr



A Accélérer à 56%

B 0.56-0.61 > apprentissage

C Freiner

D Accélérer

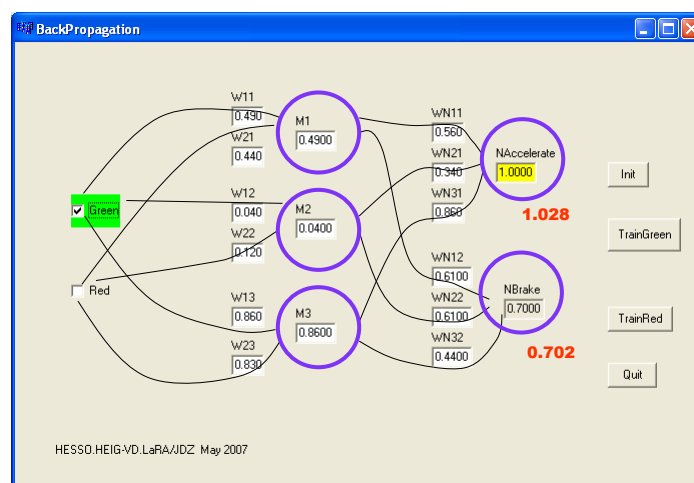
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

197

4.6. Réseau neuronal à rétropropagation

C42

Corr 008.03.31, 009.04.07, 011.04.12, 013.04.26, 014.04.11



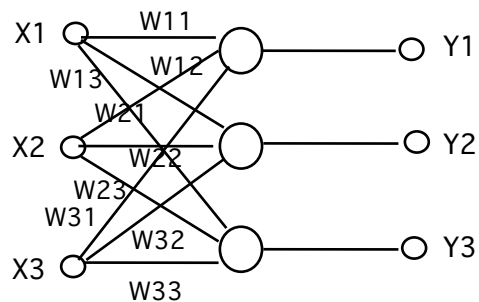
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

198

4.6. Réseau neuronal 2

007.05.11, 008.04.07 , 013.05.03, 014.04.04

Donnez tous les poids du réseau neuronal ci-contre, sachant qu'il a appris avec la loi de Hebb un domaine de connaissances caractérisé par les exemples suivants: X1-Y1, X2-Y2, X1-Y1, X2-Y1.

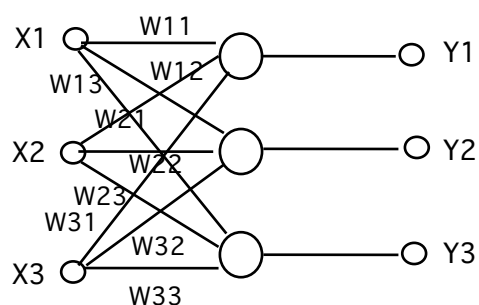


Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

199

4.6. Réseau neuronal 2

Donnez tous les poids du réseau neuronal ci-contre, sachant qu'il a appris avec la loi de Hebb un domaine de connaissances caractérisé par les exemples suivants: X1-Y1, X2-Y2, X1-Y1, X2-Y1.



A $W_{11}=1, w_{22}=1, w_{21}=1$

B $W_{11}=2, w_{22}=1, w_{21}=1$

C $W_{11}=1, w_{22}=1, w_{12}=1$

D $W_{11}=2, w_{22}=1, w_{12}=1$

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

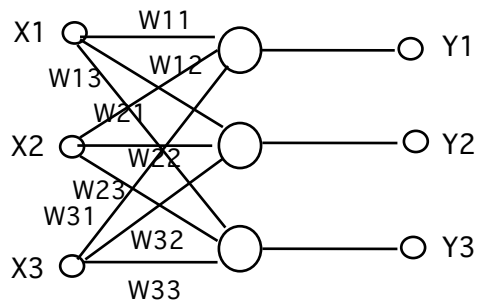
200

4.6. Réseau neuronal 2

C43

Corr

Donnez tous les poids du réseau neuronal ci-contre, sachant qu'il a appris avec la loi de Hebb un domaine de connaissances caractérisé par les exemples suivants: X1-Y1, X2-Y2, X1-Y1, X2-Y1.



A $W_{11}=1, w_{22}=1, w_{21}=1$

B $W_{11}=2, w_{22}=1, w_{21}=1$

C $W_{11}=1, w_{22}=1, w_{12}=1$

D $W_{11}=2, w_{22}=1, w_{12}=1$

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

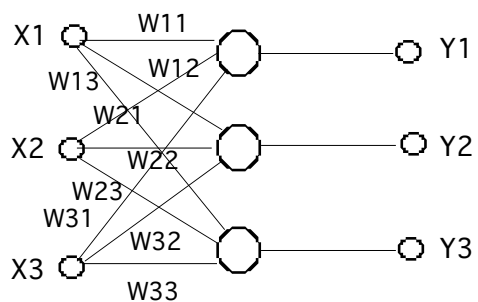
201

4.6. Réseau neuronal 2

C43

Corr 007.05.11, 008.04.07, 013.05.03, 014.04.11

Donnez tous les poids du réseau neuronal ci-dessous, sachant qu'il a appris avec la loi de Hebb un domaine de connaissances caractérisé par les exemples suivants: X1-Y1, X2-Y2, X1-Y1, X2-Y1.



W11: 2, W22: 1, W21: 1

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

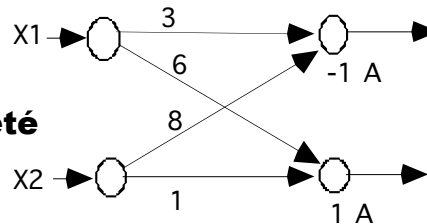
202

4.6. Réseau neuronal 3

007.05.11, 010.03.29 , 011.04.12 , 013.05.03, 014.04.04

Soit un réseau neuronal, à 2 entrées et deux neurones :

Que se passe-t-il en sortie du réseau ci-contre, sachant que les signaux d'entrées ont une configuration ($X1=vrai$; $X2=vrai$), qui n'a jamais été rencontrée durant l'apprentissage.



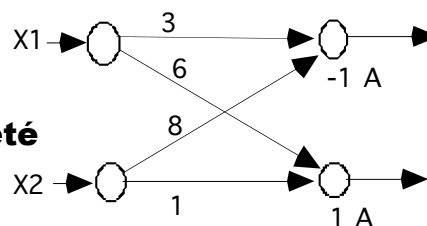
Comment appelle-t-on ce phénomène?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

203

4.6. Réseau neuronal 3

Que se passe-t-il en sortie du réseau ci-contre, sachant que les signaux d'entrées ont une configuration ($X1=vrai$; $X2=vrai$), qui n'a jamais été rencontrée durant l'apprentissage.



Comment appelle-t-on ce phénomène?

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| A -1 A, prudence | B -1 A, généralisation |
| C 1 A, robustesse | D 0 A, généralisation |

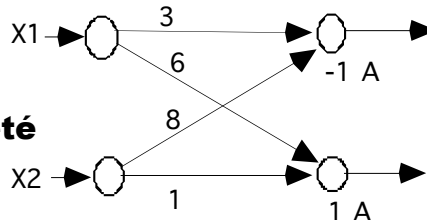
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

204

4.6. Réseau neuronal 3 C44

Corr

Que se passe-t-il en sortie du réseau ci-contre, sachant que les signaux d'entrées ont une configuration ($X1=vrai$; $X2=vrai$), qui n'a jamais été rencontrée durant l'apprentissage.



Comment appelle-t-on ce phénomène?

- A -1 A, prudence
- B -1 A. généralisation**
- C 1 A, robustesse
- D 0 A, généralisation

4.6. Réseau neuronal 3 C44

Corr 007.05.11, 010.04.12 , 013.05.03 , 014.04.11

- 1 A.

Le phénomène caractérisant un réseau neuronal capable de réagir à une configuration des signaux d'entrées qui n'a jamais été rencontrée durant l'apprentissage s'appelle la « généralisation ».

Il n'est toutefois pas garanti que la généralisation faite soit pertinente.

4.6. Réseau neuronal 4

014.04.04

Présentez la structure d'un réseau neuronal capable de commander un moteur tenant un pendule en position verticale.

Comment le « programmer » c'est-à-dire en assurer l'entraînement?

4.6. Réseau neuronal 4

- **Faire 2 groupes, A et B**
- **Discussion pendant 5 minutes**
- **Présentation des résultats**
 - **Groupe A**
 - **Groupe B**

4.6. Réseau neuronal 4

C45

Corr 1 de 3, 014.04.11

CF. cours; quelques éléments:

-Lire position et vitesse.

-Convertir cela en une centaine d'entrées booléennes (ex. entrée 1 : à 1 pour position entre -180 et -172 degrés... et à 0 pour toutes les autres valeurs de position)

-(Toutes ces entrées sont liées à une vingtaine de neurones; dont l'action associée spécifique se répartit dans le domaine « -courant max » ... « + courant max »)

-Pour chaque neurone, calculer la somme des entrées pondérées par le poids de leur liaison

-Identifier en conséquence le neurone le plus actif

-Appliquer au moteur la quantité de courant qui est associée à ce dernier neurone

Pour le « programmer » le réseau, c'est-à-dire fixer le poids des liaisons individuelles, appliquer la loi de Hebb, sur la base d'un grand nombre d'exemples de référence à déterminer, par exemple pré-calculés avec une formule adéquate.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 12.4.2014

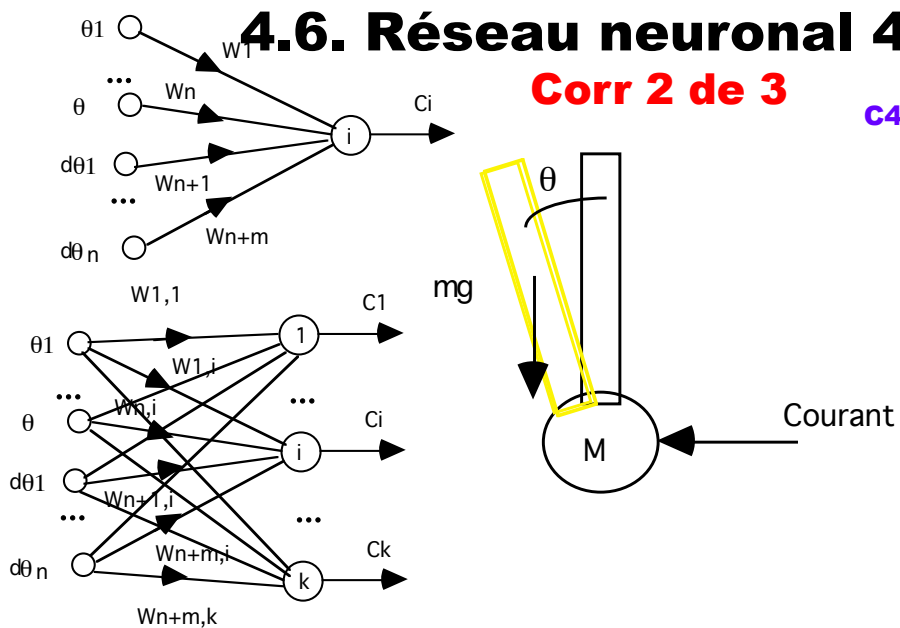
209

RAC 16

4.6. Réseau neuronal 4

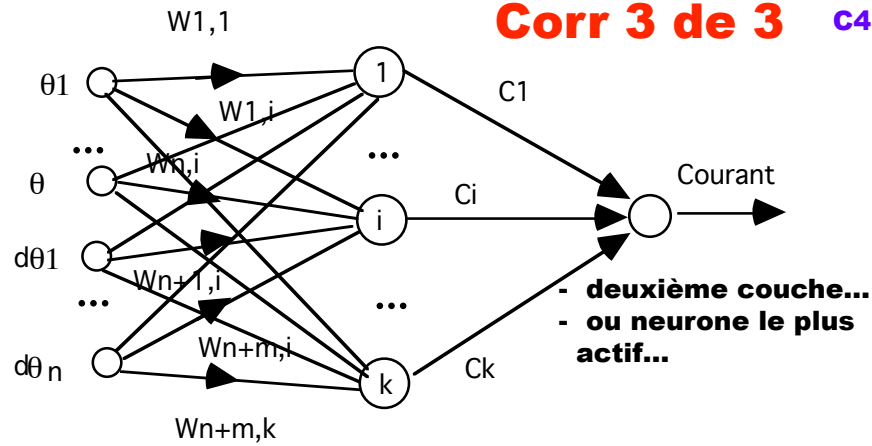
Corr 2 de 3

C45



4.6. Réseau neuronal 4

Corr 3 de 3 C45



4.6. Réseau neuronal 5a

009.04.07, 010.04.12, 011.04.12

Pouvez-vous faire un réseau neuronal pour additionner deux chiffres de 0 ou 1 ?

a Donnez-en si possible la structure ; sinon justifiez votre réponse négative

b Donnez-en si possible les poids de toutes les liaisons; sinon justifiez votre réponse négative

4.6. Réseau neuronal 5a

Pouvez-vous faire un réseau neuronal pour additionner deux chiffres de 0 ou 1 ?

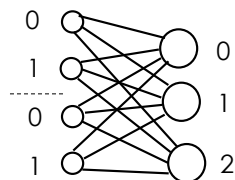
- a Donnez-en si possible la structure ; sinon justifiez votre réponse négative
- b Donnez-en si possible les poids de toutes les liaisons; sinon justifiez votre réponse négative.

- Faire 2 groupes, A et B
- Discussion pendant 5 minutes
- Présentation des résultats
 - Groupe A
 - Groupe B

4.6. Réseau neuronal 5a

CORR 1 de 3, 011.04.12

Essai simple 0..1 + 0..1:

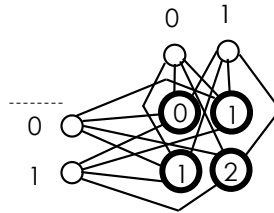


Pas de solution 1D unique et correcte

4.6. Réseau neuronal 5a

CORR 2 de 3, 011.04.12

Essai simple 0..1 + 0..1:



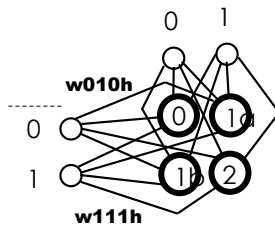
Solution 2D !

...

4.6. Réseau neuronal 5a ^{C46a}

CORR 3 de 3, 011.04.12

Essai simple 0..1 + 0..1:



Poids par loi de Hebb:

Exemples	Poids	Actions
$0 + 0 = 0$	$w_{000h}=1$ $w_{000v}=1$	$y_{00}=0$
$0 + 1 = 1a$	$w_{010h}=1$ $w_{011v}=1$	$y_{01}=1$
$1 + 0 = 1b$	$w_{101h}=1$ $w_{100v}=1$	$y_{10}=1$
$1 + 1 = 2$	$w_{111h}=1$ $w_{111v}=1$	$y_{11}=2$

(tous les autres poids=0)

4.6. Réseau neuronal 5b

009.04.07, 010.04.12 , 011.04.12

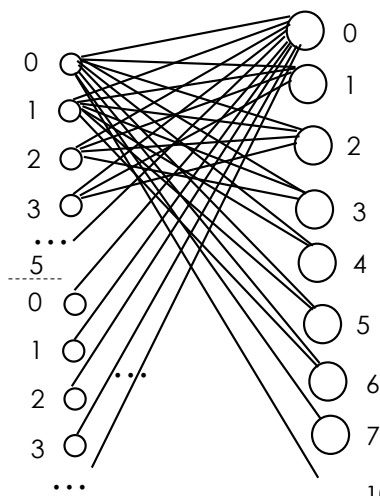
Pouvez-vous faire un réseau neuronal pour additionner deux chiffres de 0 à 5 ?

a Donnez-en si possible la structure ; sinon justifiez votre réponse négative

b Donnez-en si possible les poids de toutes les liaisons; sinon justifiez votre réponse négative

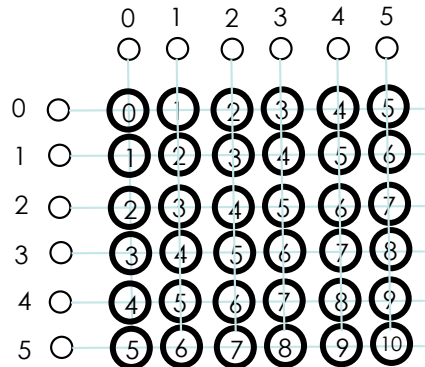
4.6. Réseau neuronal 5b

CORR 1 de 3, 011.04.12



4.6. Réseau neuronal 5b

CORR 2 de 3, 011.04.12



4.6. Réseau neuronal 5b

CORR 3 de 3, 011.04.12, 009.04.21

Poids par loi de Hebb:

$$0 + 0 = 0 \quad w_{000h}=1 \quad w_{000v}=1$$

$$0 + 1 = 1a \quad w_{010h}=1 \quad w_{011v}=1$$

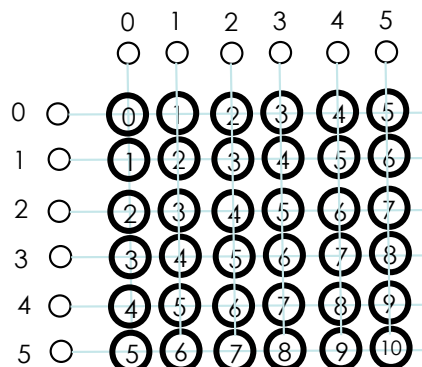
$$0 + 2 = 2a \quad w_{020h}=1 \quad w_{022v}=1$$

...

$$1 + 0 = 1b \quad w_{101h}=1 \quad w_{100v}=1$$

...

$$5 + 5 = 10 \quad w_{555h}=1 \quad w_{555v}=1$$



4.6. Réseau neuronal 6

Présentez la structure d' un réseau neuronal capable d' »apprendre » en mode dit de « deep learning ».

Comment le « programmer » c'est-à-dire en assurer l'entraînement?

4.6. Réseau neuronal 6

Corr

- **Réseau multicouches**
- **Typiquement, l'apprentissage est supervisé:**
 - **Comme pour la loi de Hebb, conditions d'entrées et réponses attendues doivent être disponibles**
 - **Pour chaque exemple considéré, l'ensemble des liaisons est modifié selon une loi à gradient:**
 - **Modification de façon à améliorer les performances: est-ce qu'un peu plus ou un peu moins, cela donnerait un résultat global plus satisfaisant?**
- **La limite c'est que ça ne fonctionne pas toujours: cf. Google et sa prévision des épidémies**

4.6. Commande multimodale 1

007.05.25, 008.04.07, **009.04.21**, **010.04.12**, **011.04.12**, 011.04.12,
013.05.03, 014.05.02

Quel est le principe de la commande multimodale ?

4.6. Commande multimodale 1

Quel est le principe de la commande multimodale?

- | | |
|---|--|
| A Faire de multiples régulateurs adaptés à des conditions différentes, et les combiner de façon dynamique selon les conditions courantes | B Utiliser des commandes nombreuses et très simples en fonction de grandeurs quantifiées grossièrement, et faire des interpolations linéaires entre elles |
| C Utiliser des régulateurs avec les modes proportionnels, dérivés et intégraux | D Utiliser des neurones pour commander les systèmes ayant plusieurs modes de perturbations |

4.6. Commande multimodale 1

Corr

Quel est le principe de la commande multimodale?

- A** Faire de multiples régulateurs adaptés à des conditions différentes, et les combiner de façon dynamique selon les conditions courantes
- B** Utiliser des commandes nombreuses et très simples en fonction de grandeurs quantifiées grossièrement, et faire des interpolations linéaires entre elles
- C** Utiliser des régulateurs avec les modes proportionnels, dérivés et intégraux
- D** Utiliser des neurones pour commander les systèmes ayant plusieurs modes de perturbations

4.6. Commande multimodale 1

Corr 1 de 2 007.05.25, 008.04.07 009.04.21, 010.04.12, 011.04.12, 013.05.03

-Lorsqu' un régulateur n' apporte pas les résultats souhaités, le principe de la commande multimodale est de restreindre le domaine d' application de ce régulateur au minimum, de l' utiliser là où il va le mieux, et de commander le reste de l' application avec d' autres régulateurs, mieux adaptés aux autres circonstances.

- En fonctionnement normal, le signal de commande « i » se définit comme la moyenne de la sortie de tous les régulateurs, chacune pondérée par une fonction W dépendant de la distance entre situation instantanée et situation pour laquelle chacun des régulateurs a été défini

4.6. Commande multimodale 1

Corr 2 de 2 007.05.25, 008.04.07 009.04.21, 011.04.12

**-Par rapport à la commande à logique floue, nous avons ici des régulateurs élémentaires beaucoup plus évoluées (plus qu' une simple constante).
- Par rapport aux approches informatiques classiques (fonctions « if » et « case ») nous avons ici la méthode de prendre en compte simultanément plusieurs commandes élémentaires (voire toutes), avec pondérations mises à jour de façon instantanée**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

227

C49

4.6. Commande multimodale 2

007.05.25, 008.04.07, 011.04.12

Donner un exemple d'application où la commande multimodale peut être très utile

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

228

4.6. Commande multimodale 2

- Faire 2 groupes, A et B
- Discussion pendant 5 minutes
- Présentation des résultats
 - Groupe A
 - Groupe B

4.6. Commande multimodale 2

Corr 007.05.25, 008.04.07, 011.04.12

Quelques exemples (suite):

- ABS en fonction de la vitesse, de la distance, de la température...
- Tanker se mettant à quai, en fonction de la charge à bord,
- réglage de température en fonction du volume; ou d'une population de poissons...

4.6. Commande multimodale 3

007.05.25, 008.04.07, 010.04.12, 011.04.12

Soit un ensemble de 10 régulateurs répartis régulièrement sur un domaine de température allant de 0 à 100 degrés.

Quels poids proposez-vous pour chacun des régulateurs,

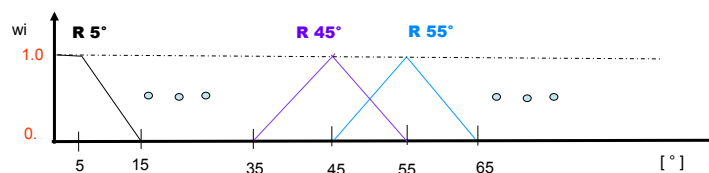
- **En général (de 0 à 100 degrés)**
- **En particulier pour un point de fonctionnement à 53 degrés?**

4.6. Commande multimodale 3

CORR (1 de 3) 07.05.25, 008.04.07, 010.04.19, 011.04.12

Poids pour chacun des régulateurs, en général (de 0 à 100 degrés):

- **Fonctions centrées en 5, 15, ..., 95 degrés**
- **Fonctions triangulaires entre 0 et 1 d'amplitude, avec 20 degrés de base; sauf la première et la dernière qui se prolongent en constante de 1 vers l'extérieur.**



4.6. Commande multimodale 3

CORR (2 de 3) 007.05.25 , , 010.04.19, 011.04.12

Remarque:

Il n'est pas nécessaire que la somme de toutes les fonctions-poids donnent « 1 » pour toutes températures.

Cette propriété de normalisation est sûrement désirable mais peut être facilement obtenue par un traitement spécifique, ultérieur à la première définition des poids.

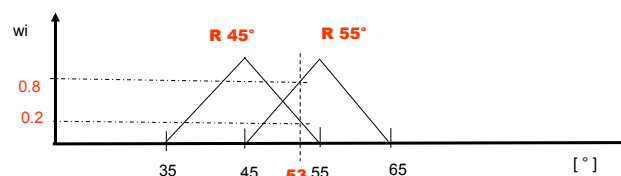
Si par exemple la somme à 53 degrés donne 1.2, on peut simplement y diviser tous les poids par 1.2.

4.6. Commande multimodale 3

CORR (3 de 3) 07.05.25. 008.04.07 , 010.04.19 , 011.04.12

2. En particulier pour le point de fonctionnement à 53 degrés, les poids sont approximativement les suivants:

- **0.2 pour le régulateur à 45 degrés et**
- **0.8 à 55 degrés;**
- **0 pour tous les autres.**



4.6. Commande multimodale 3b

009.04.21, 013.05.03

Une commande multimodale pour ligne d'impression comprend 3 régulateurs dont les tensions de sortie, à un moment donné, valent respectivement 3, 4, et 5 volts. Sachant que le premier a été dimensionné pour une vitesse de la ligne à 1 m/s, le deuxième pour 10 m/s et le troisième pour 15 m/s, proposez le signal de commande global, sachant que la valeur instantanée de vitesse pour la ligne est de 12,5 m/s. Justifiez votre réponse.

4.6. Commande multimodale 3b

**3, 4, et 5 volts ...
pour 1 m/s, 10 m/s et 15 m/s ...
et à 12,5 m/s?**

A 4 V

B 4.5 V

C 5 V

D Non applicable

4.6. Commande multimodale 3b

3, 4, et 5 volts ...
pour 1 m/s, 10 m/s et 15 m/s ...
et à 12,5 m/s?

Corr

A 4 V

B 4.5 V

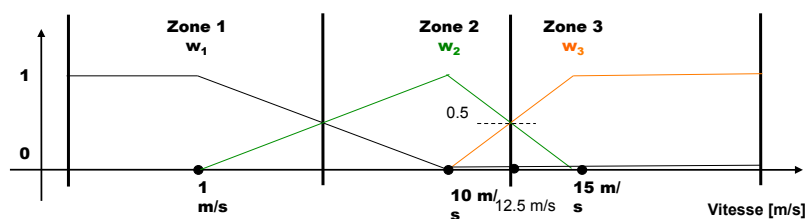
C 5 V

D Non applicable

4.6. Commande multimodale 3b

CORR 009.04.21 , 013.05.03

Computation of weights (ex. linear, 1-dimensional)



$$V_{out} = \frac{0 * 3V + 0.5 * 4V + 0.5 * 5V}{0 + 0.5 + 0.5} = 4.5V$$

4.6. Commande multimodale 3c

009.04.21 , 010.04.12. 011.04.19

Proposer des fonctions de pondérations pour trois régulateurs dimensionnés en fonction de deux variables physiques. Par ex. Vitesse et température. $R1(v1,t1)$, $R2(v2,t2)$, $R3(v3,t3)$

4.6. Commande multimodale 3c

Proposer des fonctions de pondérations pour trois régulateurs dimensionnés en fonction de deux variables physiques. Par ex. Vitesse et température. $R1(v1,t1)$, $R2(v2,t2)$, $R3(v3,t3)$

- A** Avec interpolation par triangles
- B** "A", entre régulateurs; et extrapolation vers l'extérieur
- C** Egale au rég. le plus proche
- D** Exponentielle décroissante $f(R)$

4.6. Commande multimodale 3c

Corr

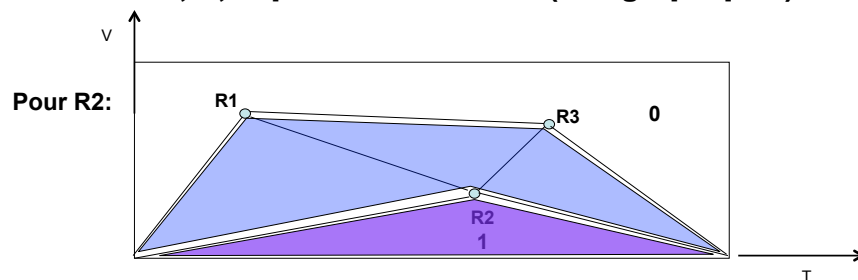
Proposer des fonctions de pondérations pour trois régulateurs dimensionnés en fonction de deux variables physiques. Par ex. Vitesse et température. $R1(v1,t1)$, $R2(v2,t2)$, $R3(v3,t3)$

- A** Avec interpolation par triangles **B** "A", entre régulateurs; et extrapolation vers l'extérieur
- C** Egale au rég. le plus proche **D** Exponentielle décroissante $f(R)$

4.6. Commande multimodale 3c

corr 1 de 9 (Sol. A) 009.04.28 , 010.04.19

- Adoptons une interpolation linéaire entre régulateurs voisins.
- Cela donne une (des) facette(s) triangulaire(s) entre les régulateurs.
- Pour le reste (entre régulateurs et bords) une autre loi est à définir. Ici, A, la première des trois (voir graphiques)

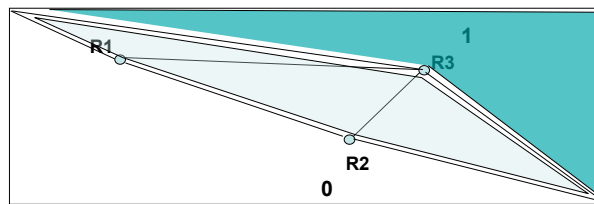


C52

4.6. Commande multimodale 3c

corr 2 de 9 (Sol. A)

Pour R3:



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

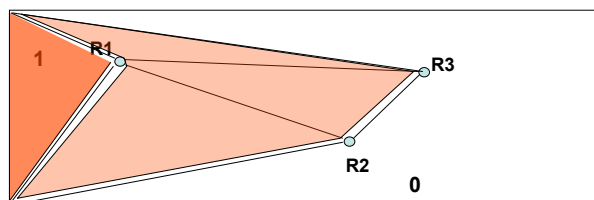
243

C52

4.6. Commande multimodale 3c

corr 3 de 9 (Sol. A)

Pour R1:



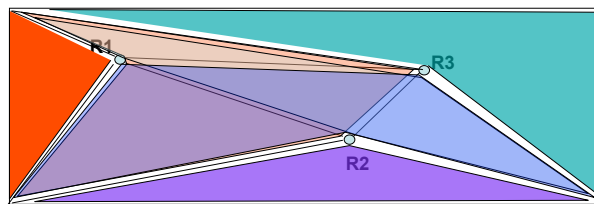
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

244

4.6. Commande multimodale 3c

corr 4 de 9 (Sol. A)

Superposition des trois fonctions de pondération, pour R1, R2, et R3:



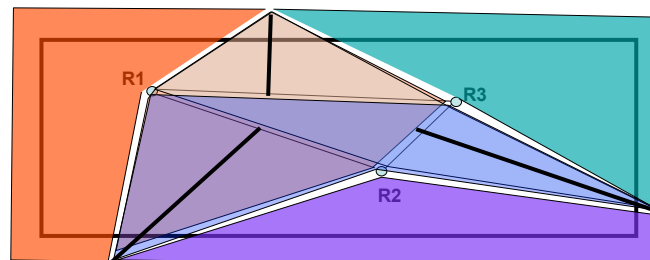
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

245

4.6. Commande multimodale 3c

corr 5 de 9 (Sol. B)

Définir des points sur une médiatrice de chaque côté du triangle R1-R2-R3, à 10% à l'extérieur du domaine de travail. Ainsi des triangles d'interpolation linéaire peuvent se définir. Le fait que les points soient à l'extérieur préserve une zone d'interpolation même en limite du domaine de travail.



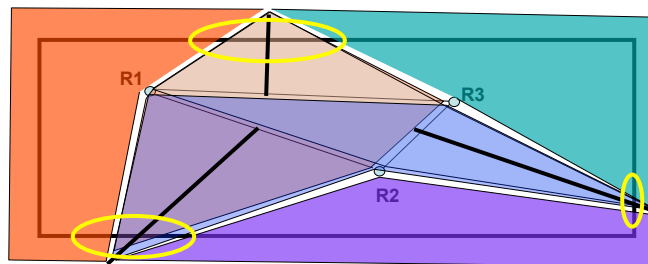
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

246

4.6. Commande multimodale 3c

corr 6 de 9 (Sol. B)

Le fait que les points soient à l'extérieur préserve une zone d'interpolation même en limite du domaine de travail (cf. ellipses).



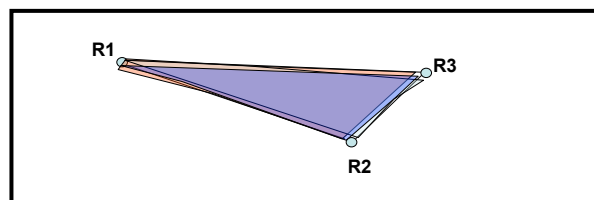
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

247

4.6. Commande multimodale 3c

corr 7 de 9 (Sol. C) 009.04.28

- Extrapolation par maintien (ordre 0) hors du (des) triangle(s) $R_iR_jR_k$: copie de la valeur la plus proche. (Non représentée sur le graphique ci-dessous – zone blanche)
- puis normalisation en tous points de la somme des poids



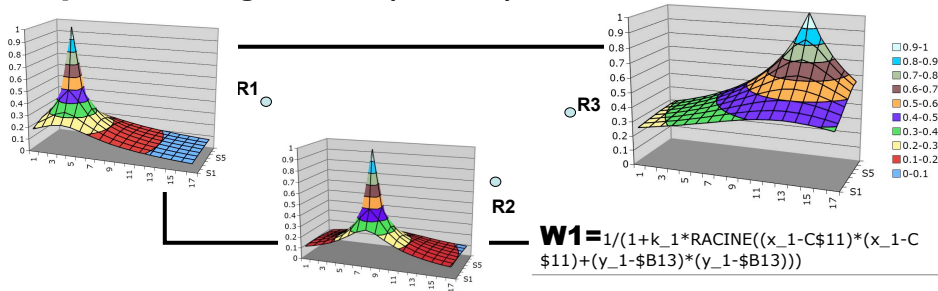
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

248

4.6. Commande multimodale 3c

corr 8 de 9 (Sol. D) , 010.04.26

- Extrapolation de chaque régulateur par une courbe en « cloche » (exemple: fonction $w = 1/(k*(d+1))$, ou gaussienne par ex.)
- puis normalisation en tous points de la somme des poids des régulateurs ($W_i' = W_i / (W_1 + W_2 + W_3)$)



4.6. Commande multimodale 3c

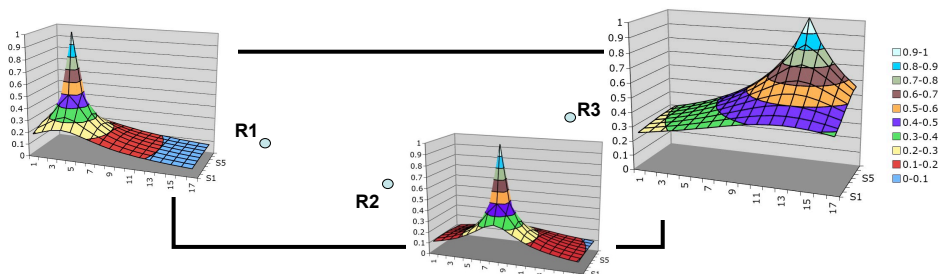
corr 9 de 9 (Sol. D) , 010.04.26 , 011.04.19

- Extrapolation de chaque régulateur R_i avec une surface de pondération en « cloche » (exemples: fonctions de distances inverses W_i , ou gaussiennes, ci-dessous pour 3 régulateurs et un domaine 2-D)
- Avec normalisation en tous points avec une division par la somme des poids des régulateurs en ces points

$$w_i = \frac{1}{k_i * (1 + d_i)}$$

$$d_i(x,y) = \sqrt{(x - R_{ix})^2 + (y - R_{iy})^2}$$

$$w_i' = \frac{w_i}{w_1 + w_2 + w_3}$$



4.6. Algorithme génétique 1

07.05.25 , 008.04.14 , 009.04.28 , 010.04.19., 013.05.17

Quelles sont les étapes principales d'un algorithme génétique pour trouver une bonne solution (par ex. un régulateur P-D pour maintenir un balancier en position verticale)

4.6. Algorithme génétique 1

Quelles sont les étapes principales d'un algorithme génétique pour trouver une bonne solution (par ex. un régulateur P-D pour maintenir un balancier en position verticale)

- | | |
|---|---|
| <p>A Génération aléatoire
Hybridation
Mutation
Sélection</p> | <p>B Paramétrisation P
Paramétrisation D
Mesure θ et $\dot{\theta}$
Calcul de la commande</p> |
| <p>C Former un chromosome avec le gain proportionnel
Le fractionner en parts entières et fractionnaires
Le traiter puis transférer au régulateur</p> | <p>D Modélisation
Programmation
Interfaçage
Commande en temps réel</p> |

4.6. Algorithme génétique 1

Quelles sont les étapes principales d'un algorithme génétique pour trouver une bonne solution (par ex. un régulateur P-D pour maintenir un balancier en position verticale)

Corr

A Génération aléatoire
Hybridation
Mutation
Sélection

B Paramétrisation P
Paramétrisation D
Mesure θ et $\dot{\theta}$
Calcul de la commande

C Former un chromosome avec le gain proportionnel
Le fractionner en parts entières et fractionnaires
Le traiter puis transférer au régulateur

D Modélisation
Programmation
Interfaçage
Commande en temps réel

4.6. Algorithme génétique 1

Corr.: 007.06.01 , 008.04.14, 009.04.28, 010.04.26, , 013.05.17

- Voir cours (par ex.diapo p133).
- En bref:
 - (0.Génération aléatoire d'une population)
 - 1. Hybridation, par paires, des chromosomes d'individus de la population: gain K_p de l'un, et gain T_d de l'autre.
 - 2. Mutation occasionnelle aléatoire de K_p et de T_d
 - 3. Sélection par critère de performance (par ex. précision asymptotique)
- (des variantes sont possibles, et on peut par exemple passer directement de l'étape 0 à l'étape 3, lors de l'initialisation du processus)

4.6. Algorithme génétique 1b ^{C54}

010.04.28, 013.05.17

**Donner un exemple de « chromosomes »
caractérisant un processus industriel.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

255

4.6. Algorithme génétique 1b ^{C54}

**Donner un exemple de « chromosomes »
caractérisant un processus industriel.**

- **Faire 2 groupes, A et B**
- **Discussion pendant 5 minutes**
- **Présentation des résultats**
 - **Groupe A**
 - **Groupe B**

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 7 mars 2017

256

4.6. Algorithme génétique 1b

CORR, 010.04.26

Donner un exemple de « chromosomes » caractérisant un processus industriel.

- 1. Polissage d'éléments de genou pour arthrose
=> paramètres de vitesse et de pression
d'éléments abrasifs=> 2 « chromosomes », etc.**
- 2. Injection de polymères pour swatch:
température et pression=> 2 chromosomes,
etc.**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

257

C55

4.6. Algorithme génétique 2

007.06.01 , 008.04.14

- **Si les phases 1 (hybridation) et 2 (mutation) sont supprimées, mais que les étapes 0 (génération aléatoire) et 3 (sélection naturelle) sont maintenues à chaque itération, est-ce que le processus de synthèse a des chances de marcher? Quels seraient les avantages et les défauts de cette approche, par rapport à l'approche classique, de nature génétique?**

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

258

4.6. Algorithme génétique 2

- **Si les phases 1 (hybridation) et 2 (mutation) sont supprimées, mais que les étapes 0 (génération aléatoire) et 3 (sélection naturelle) sont maintenues à chaque itération, est-ce que le processus de synthèse a des chances de marcher? Quels seraient les avantages et les défauts de cette approche, par rapport à l'approche classique, de nature génétique?**

- | | |
|--|--|
| <p>A +: rapidité d'atteinte des meilleurs résultats
-: perte des acquis des parents</p> | <p>B +: qualité des résultats potentiels
- : source vraiment aléatoire impossible à trouver</p> |
| <p>C +: simplicité
- : similitude moindre avec le monde biologique</p> | <p>D +: solutions reproductibles
- : pas de validation historique</p> |

4.6. Algorithme génétique 2 Corr

- **Si les phases 1 (hybridation) et 2 (mutation) sont supprimées, mais que les étapes 0 (génération aléatoire) et 3 (sélection naturelle) sont maintenues à chaque itération, est-ce que le processus de synthèse a des chances de marcher? Quels seraient les avantages et les défauts de cette approche, par rapport à l'approche classique, de nature génétique?**

- | | |
|--|--|
| <p>A +: rapidité d'atteinte des meilleurs résultats
-: perte des acquis des parents</p> | <p>B +: qualité des résultats potentiels
- : source vraiment aléatoire impossible à trouver</p> |
| <p>C +: simplicité
- : similitude moindre avec le monde biologique</p> | <p>D +: solutions reproductibles
- : pas de validation historique</p> |

4.6. Algorithme génétique 2

Corr.: 007.06.01, 008.04.14

- **Le processus pourrait sans doute marcher**
- **Avantages: simplicité du principe (méthode « Monte Carlo »)**
- **Désavantages:**
 - **similitude moindre avec les processus naturels**
 - **synthèse d'alternatives très ouvertes, au lieu d'une concentration sur de bonnes valeurs**

4.6. Algorithme génétique 3

008.04.14, 009.05.05, 010.04.26

Proposer une formule d'hybridation différente de celle vue au cours, pour le système de dimensionnement d'un régulateur pour pendule inversé à algorithme génétique; par exemple inspiré du système de localisation 3D à mouches, pour la navigation de robots.

4.6. Algorithme génétique 3

008.04.14 , corr 009.05.05, 010.04.26

Sol. 1 Moyenne des parents.

Sol. 2 Moyenne des parents avec pondération aléatoire: $K_{\text{enfant}} = \lambda * K_{\text{parent1}} + (1-\lambda) * K_{\text{parent2}}$, avec λ aléatoire entre 0 et 1.

Sol. 3 Moyenne avec une certaine extrapolation: $K_{\text{enfant}} = \lambda * K_{\text{parent1}} + (1-\lambda) * K_{\text{parent2}}$, avec λ aléatoire entre -0.2 et 1.2?

...

4.6. Algorithme génétique 4

008.04.14, 009.05.05, 010.04.19

Si, au lieu d'un régulateur P, il s'agit d'un régulateur PID avec composante a priori constante, comment faire l'étape d'hybridation?

4.6. Algorithme génétique 4

Corr. 008.04.14 009.05.05

Par exemple:

- **Vecteur à 4 composantes (Kp, Td, Ti, A) plutôt que le simple scalaire Kp**
- **Et loi d'hybridation similaire pour chacune des 4 composantes que pour Kp tout seul. Par exemple, 4 fois la moyenne à pondération aléatoire des paramètres respectifs des deux parents.**
- **Ou encore plus simplement, 4 choix aléatoires, respectivement de Kp1 ou Kp2, Td1 ou Td2, etc.(avec Kp1 le gain de l'un des parents, et Kp2, le gain de l'autre, etc.)**

4.6. Algorithme génétique 5

On souhaite utiliser un algorithme génétique pour définir/réaliser des inverseurs à l'aide de petites mémoires à 2 bit. Est-ce possible ? Justifiez votre réponse

4.6. Algorithme génétique 5

Corr.

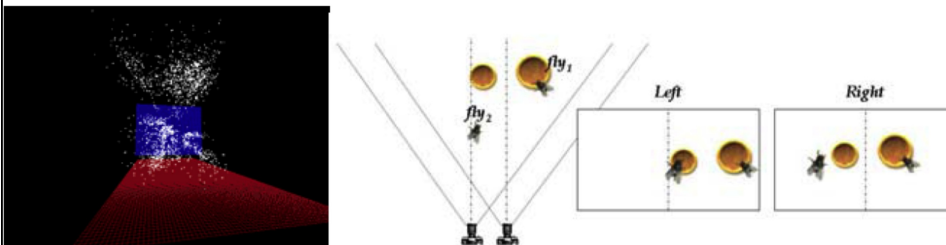
- Oui c' est évidemment possible. Par exemple:**
- **Génération aléatoire de contenus de mémoire à 2 bit (00,01,10,11, répétition aléatoire, dans un ordre aléatoire), lors de l'initialisation**
 - **Puis pour n générations**
 - **Hybridation (1 bit de chacun des 2 parents)**
 - **Mutation éventuelle de l'un ou l'autre bit**
 - **Sélection par comparaison des résultats (benchmark; solution correcte: « 10 »)**

4.6. Algorithme génétique 6

009.04.28

Que représente

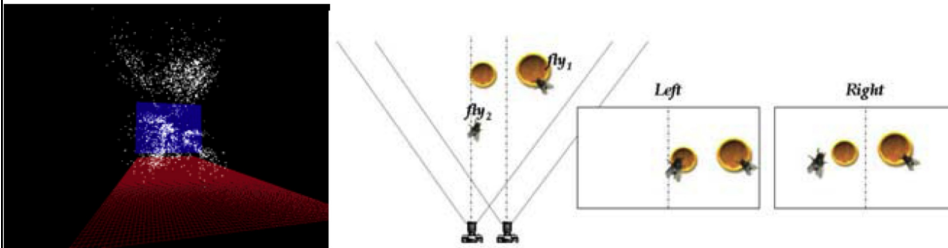
- **une mouche dans l'algorithme de Montufar et al. vu au cours?**
- **concrètement, la mouche dans la figure tout à droite ci-dessous? Que peut-on conclure dans ce cas?**



4.6. Algorithme génétique 6

Corr 1 de 2 009.04.28

- Une mouche représente un point dans l'espace où l'on suppose un élément d'objet. Par la suite cette supposition est validée si le point est voisin de pixels aux caractéristiques similaires sur les deux images stéréoscopiques.



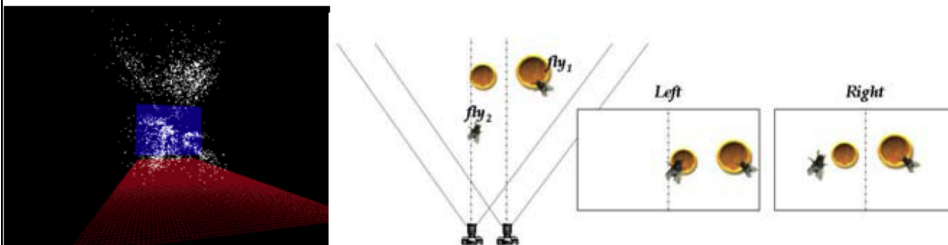
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

269

4.6. Algorithme génétique 6

Corr 2 de 2 009.04.28 , 010.04.19

- Concrètement, en bas à droite, la mouche a été positionnée arbitrairement en termes de distance à la caméra (z). On constate ensuite que, suite à ce choix, elle a le même voisinage (en xy) que sur l'image correspondante de gauche. Dès lors la position de la mouche en z peut également caractériser l'éloignement du « grand » objet circulaire brun, qui était jusque là indéterminé en z .



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

270

4.6. Animat 1

007.06.01, 008.04.28 , 009.05.12, 010.05.03, 011.05.10,
014.05.23

Quel est le principe fondamental dans l'approche typiquement proposée par Rodney Brooks, les « automates en situation » (situated automata)?

4.6. Animat 1

Quel est le principe fondamental dans l'approche typiquement proposée par Rodney Brooks, les « automates en situation » (situated automata)?

- A** Implémentation embarquée **B** "Embodiment"
- C** "Le modèle, c'est le monde" **D** Réflexes et architecture "sub-
sumption"
- E** C; typiquement impliquant aussi A, B, et D

4.6. Animat 2

007.06.01, 008.04.28 , 014.05.23

Quelles sont les limites majeures de l'approche de Rodney Brooks pour les animats?

4.6. Animat 2

007.06.01, 008.04.28 , 014.05.23

Quelles sont les limites majeures de l'approche de Rodney Brooks pour les animats?

- A** Impossibilité de simuler des applications
- B** pas de notions de passé ni de futur
- C** Impossibilité de transferts par ICT
- D** Impossibilité de clonage/copies par techniques purement ICT

4.6. Animat 2

007.06.01, 008.04.28 , 014.05.23

Quelles sont les limites majeures de l'approche de Rodney Brooks pour les animats?

- A** Impossibilité de simuler des applications
- B** pas de notions de passé ni de futur
- C** Impossibilité de transferts par ICT
- D** Impossibilité de clonage/copies par techniques purement ICT

4.6. Animat 2

Corr.: 007.06.01, 008.04.28, 014.05.23

Quelles sont les limites majeures de cette de l'approche de Rodney Brooks pour les animats?

Seul le présent et le « local -ici» sont accessibles aux capteurs.

Pour la machine, il n'y a ni passé, ni futur, et l'espace perçu est minimal. Il n'y a pas non plus de monde hypothétique ou virtuel qui puissent être pris en compte.

Seules des applications simplistes sont ainsi envisageables; ou des composantes élémentaires d'applications plus complexes.

4.6. Animat 3

, 014.05.23

Citez au moins une similitude et une différence fonctionnelles importantes entre les automates en situation de Brooks et un robot mobile autonome typique des concours Eurobot.

4.6. Animat 3

Corr, 014.05.23

Citez au moins une similitude et une différence fonctionnelles importantes entre les automates en situation de Brooks et un robot mobile autonome typique des concours Eurobot.

Considérons Lomu et le rugby.

Similitude: Bien que les balises bleue et magenta soient à un endroit prédéfini, on en estime la position par capteurs.

Différence: Les positions après déplacement sont calculées sur la base des consignes gérées dans les programmes

4.6. Animat 3.b

008.04.21, 009.05.12, 011.05.10, 014.05.23

•Citez deux différences principales entre les architectures des années 90 et celle des années 2000 pour un système destiné à l'automatisation par ordinateur, et notamment à la commande d'un robot mobile autonome.

4.6. Animat 3.b

•Citez deux différences principales entre les architectures des années 90 (S1) et celle des années 2000 (S2) pour un système destiné à l'automatisation par ordinateur, et notamment à la commande d'un robot mobile autonome.

- | | |
|--|---|
| <p>A S1: port parallèle ou bus interne
S2: LAN et ressources internes
inaccessibles</p> | <p>B S1: transferts registres-ES
S2: passage obligatoire par
ressources OS</p> |
| <p>C S1: 1 microseconde pour ES
S2: 0.1 s pour ES</p> | <p>D S1: centralisation possible pour
processus très rapides
S2: solutions réparties/distribuées
nécessaires pour processus
très rapides</p> |
| <p>E S1: composantes ... simples
S2: ... sophistiquées</p> | <p>G: A-F H : B-D seulement</p> |
| <p>F S1: analogue ... à un petit groupe,
S2: ... à une très grande organisation</p> | |

4.6. Animat 3.b

Corr

•Citez deux différences principales entre les architectures des années 90 (S1) et celle des années 2000 (S2) pour un système destiné à l'automatisation par ordinateur, et notamment à la commande d'un robot mobile autonome.

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| A | S1: port parallèle ou bus interne
S2: LAN et ressources internes
inaccessibles | B | S1: transferts registres-ES
S2: passage obligatoire par
ressources OS |
| C | S1: 1 microseconde pour ES
S2: 0.1 s pour ES | D | S1: centralisation possible pour
processus très rapides
S2: solutions réparties/distribuées
nécessaires pour processus
très rapides |
| E | S1: composantes ... simples
S2: ... sophistiquées | F | S1: analogue ... à un petit groupe,
S2: ... à une très grande organisation |
| | | G | A-F |
| | | H | B-D seulement |

4.6. Animat 3.b

Corr 008.04.21 , 009.05.12 , 011.05.10, 014.05.23

- **Deux différences principales:**
 - **Interdiction depuis Windows NT, pour l'utilisateur ordinaire, d'accéder aux entrées/sorties ainsi qu'aux adresses physiques en mémoire. Il faut impérativement passer par le système d'exploitation.**
 - **Disparition du port parallèle (E/S booléennes multiples, à 1 microseconde de temps de commutation.**
- **Dans les années 90: « Tout » peut se faire sur l'ordi**
- **Dans les années 2000: l'ordi supervise et délègue, utilisant Ethernet, TCP/IP, à des ressources réparties la gestion des E/S lentes (>0.1) et la conduite des comportements rapides**

4.6. Animat 3.c

008.04.21

•Quels sont les avantages respectifs des « grands » (PC et Windows typiquement) et des « petits » (DSP, ou microcontrôleurs) systèmes ?

4.6. Animat 3.c

Corr 008.04.21, 008.04.28

	Avantages	Désavantages
grands systèmes (PC et Windows)	Puissance de calcul Flexibilité Disponibilité de mémoire Variété d'applications	Bcp de tâches « parasites », volume?
petits systèmes, DSP, ou microcontrôleurs	Petit volume, petite consommation, autonomie, réactivité	Spécialisation Accès mémoire de masse difficile

Pour les cas les plus performants, il faut en même temps un grand système et de petits systèmes annexes

4.6. Animat 4

007.06.01, 008.04.28, 010.06.06

- **Citez les composants principaux du robot mobile pour applications domestiques RH-Y, réalisé pour participer au championnat Robocup-at-Home.**
- **Ou d' un autre robot qui vous paraîtrait approprié pour les tâches domestiques.**

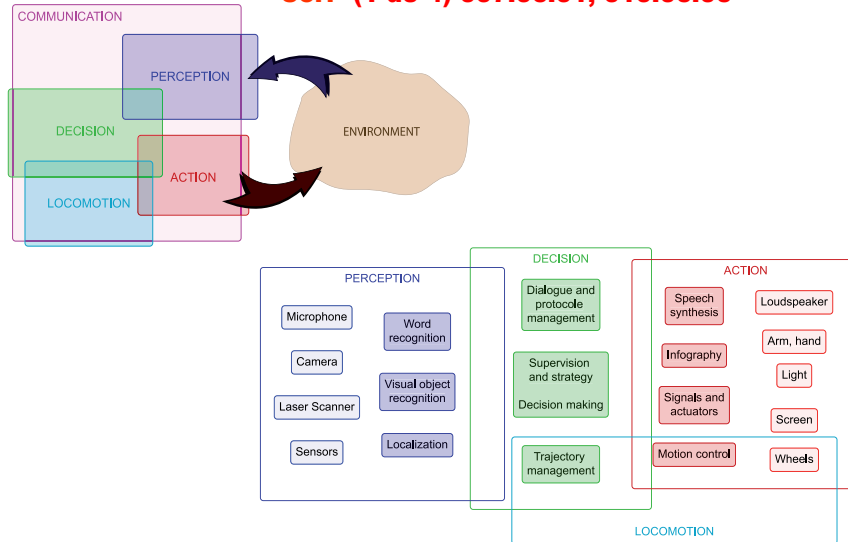
4.6. Animat 4

- **Citez les composants principaux du robot mobile pour applications domestiques RH-Y, réalisé pour participer au championnat Robocup-at-Home.**
- **Ou d' un autre robot qui vous paraîtrait approprié pour les tâches domestiques.**

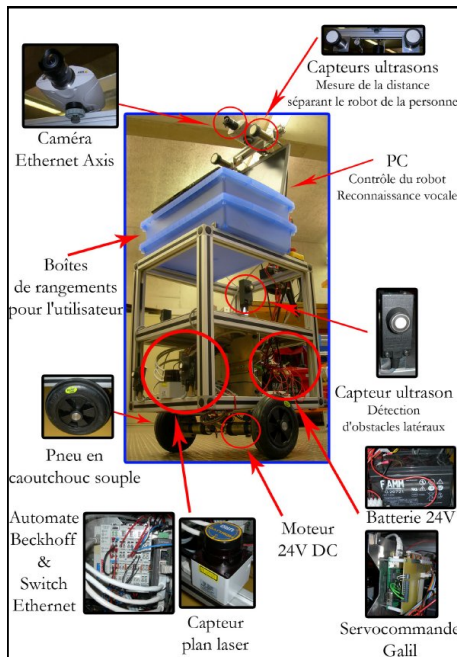
- **Faire 2 groupes, A et B**
- **Discussion pendant 5 minutes**
- **Présentation des résultats**
 - **Groupe A**
 - **Groupe B**

4.6. Animat 4

Corr (1 de 4) 007.06.01, 010.06.06

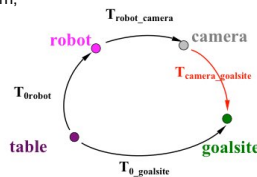


Corr (2 de 4) 007.06.01



```

while (! InteractionSouhaitee)
{
    Ticks+=1;
    // Task01();
    Task02(); // Faire un pas
    Task03(); // Lire clavier
    Task04(); // Mouvements PTP
    Task05(); // Stratégie
    Task06(); // Entrées / Sorties
    Task07(); // Affichage
    Task08(); // Mouvements spatiaux
    Task09(); // Gestion de la diode fonctionnement
    Task10(); // Analyse d'images
    Task11(); // GestionServoCommandesUSB
    // Task13(); // Tester Entree
    Task14(); // Communication
    Task15(); // Mesures plan laser
    Task18(); // Interpréteur Piaget
    Task19(); // Voice dictation
    Task20(); // Dialogue Manager
    Task21(); // Map Manager
}
InteractionSouhaitee=false;
return;
    
```



C65
Corr (3 de 4)
007.06.01

Architecture de commande de notre robot mobile coopératif RH2-Y

```

12: if(!SignalIn(NSIStart))
    GoState(6);
    else
    GoState(20);      break;case
20: ApproAGN(Table,30); break;case
//Switch light on
21: SignalOutAGN(NSOLamp,true)
                                break;case
22: SleepAGN(0.05);           break;case
//Visual analysis of a row in scene
23: WatchRowAGN(R,Cstart,Cstop);
  
```

Exemple de code en Piaget

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011 291

C65
Corr (4 de 4)
007.06.01

```

Deaf Yes No
Echo Mute
VocalGo
  
```

```

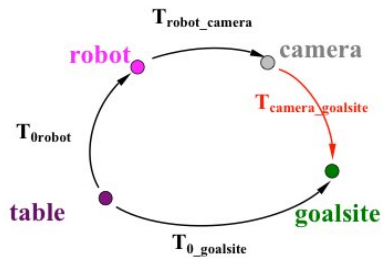
ExeListen ExeSpeak The path has been completely travelled
  
```

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011 292

4.6. Animat et robots mobiles

010.05.03

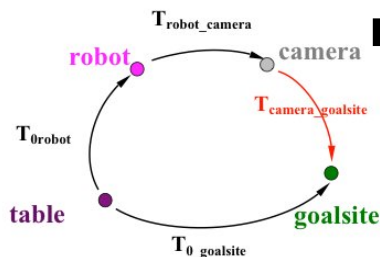
•Donner la position de la cible (goalsite) par rapport au robot, sachant d'une part comment le système de vision a localisé cette cible par rapport à la caméra (càd. que cette « transformation » est connue), et d'autre part comment la caméra est installée sur le robot (càd. que cette transformation est connue également)



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

293

4.6. Animat et robots mobiles



Goalsite?

(ici: cible perçue visuellement, à localiser par rapport au robot?)

A 1.20 m au-dessus

B $T_{robot_camera} \cdot T_{camera_goalsite}$

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

D $T_{robot_camera} * T_{camera_goalsite}$

E
$$T_0^n = \begin{pmatrix} n_x & g_x & a_x & p_x \\ n_y & g_y & a_y & p_y \\ n_z & g_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

F X, Y, Z, Rx, Ry, Rz

G B, C et D; et peut-être E et F

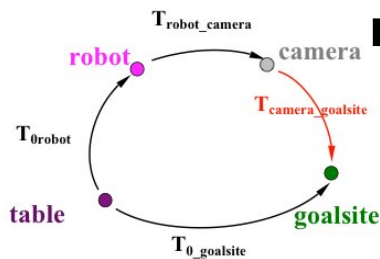
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 10 mars 2017

294

4.6. Animat et robots mobiles

C66

Corr



Goalsite?

(ici: cible perçue visuellement, à localiser par rapport au robot?)

A 1.20 m au-dessus

B $T_{robot_camera} \cdot T_{camera_goalsite}$

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

D $T_{robot_camera} * T_{camera_goalsite}$

E

$$T_0^n = \begin{pmatrix} n_x & g_x & a_x & p_x \\ n_y & g_y & a_y & p_y \\ n_z & g_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

F X, Y, Z, Rx, Ry, Rz

G B, C et D; et peut-être E et F

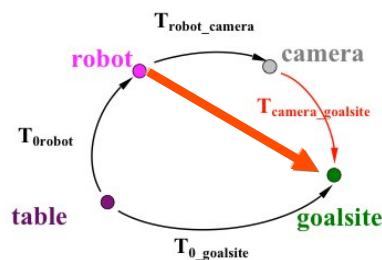
HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 10 mars 2017

295

4.6. Animat et robots mobiles

C66

Corr 010.05.03



Les transformations sont typiquement représentées:

-par des coordonnées (par ex. x,y, phi dans un plan),

-des matrices 4x4 (par ex. ci-dessous), ou encore

-par des flèches (par ex. ci-contre)

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

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

296

4.6. Programmation de mouvement

010.05.03 , 011.05.10

- 1- Donner l'instruction Piaget qui envoie le robot au milieu de la table, face à l'adversaire, dans le cas de Lomu (table de 210cm en x par 360 cm en y)?
- 2- Comment est-ce implémenté (principe)?

4.6. Programmation de mouvement (Corr 1 de 2)

010.05.03 , 011.05.10

- 1- Donner l'instruction Piaget qui envoie le robot au milieu de la table, face à l'adversaire, dans le cas de Lomu (table de 210cm en x par 360 cm en y)?

Solution en instruction 1000 par exemple:

```
1000: MoveAGN(Trans(210/2,360/2, 90));  
break;case
```

4.6. Programmation de mouvement (Corr 2 de 2)

C67

010.05.03

2- Comment est-ce implémenté (principe)?

Processus:

- Le mouvement est automatiquement décomposé en 3 parties (cf. Amiguet 98: Rotation, déplacement linéaire, Rotation)
- Puis, chacune des 3 parties se réalise en 3 phases: accélération cst., vitesse cst., décélération cst.
- Pour chacune de ces phases, le PC portable de supervision communique via Ethernet sans fil, avec une carte de servocommande 2 axes Galil.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

299

4.6. Convergence entre humain et machine pensante

C68

011.05.17 , 013.05.24

Concernant l'éventuelle convergence entre humains et machines pensantes, quels sont les avis suivants:

- L'avis de Bruno Siciliano (1),
- Tel que présenté au cours (2),
- Et le vôtre (3)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

300

4.6: Convergence entre humain et machine pensante

Concernant l'éventuelle convergence entre humains et machines pensantes, quels sont les avis suivants:

- L'avis de Bruno Siciliano (1),
- Tel que présenté au cours (2),
- Et le vôtre (3)

Convergence?

- | | |
|---|--|
| <p>A 1: oui, entre humains et machines pensantes;
2: fonction, oui, nature non;
3: ...</p> <p>C 1: non, car en pratique trop complexe;
2: oui, mais seulement avec des réseaux sociaux très intégrés;
3: ...</p> <p>E : A et D</p> | <p>B 1: non, intelligence exclusivement humaine;
2: oui, avec réseaux neuronaux (deep learning);
3: ...</p> <p>D 1: oui, historiquement démontrée;
2: non, même les jumeaux différent suivant leur expérience propre;
3: ...</p> |
|---|--|

4.6: Convergence entre humain et machine pensante

Corr

Concernant l'éventuelle convergence entre humains et machines pensantes, quels sont les avis suivants:

- L'avis de Bruno Siciliano (1),
- Tel que présenté au cours (2),
- Et le vôtre (3)

Convergence?

- | | |
|---|--|
| <p>A 1: oui, entre humains et machines pensantes;
2: fonction, oui, nature non;
3: ...</p> <p>C 1: non, car en pratique trop complexe;
2: oui, mais seulement avec des réseaux sociaux très intégrés;
3: ...</p> <p>E : A et D</p> | <p>B 1: non, intelligence exclusivement humaine;
2: oui, avec réseaux neuronaux (deep learning);
3: ...</p> <p>D 1: oui, historiquement démontrée;
2: non, même les jumeaux différent suivant leur expérience propre;
3: ...</p> |
|---|--|

C68

4.6. Convergence entre humain et machine pensante

Corr 011.05.17

Concernant l' éventuelle convergence entre humains et machines pensantes, l' avis développé au cours est que 1. la convergence ne peut pas aboutir complètement, que 2. les machines peuvent être très utiles fonctionnellement, et que 3. les humains, même comme humains sont impossibles à répliquer.

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

303

C69

4.6. NAO – 1. Dire un mot

011.05.17 , 013.05.24

Comment programmer NAO pour qu' il dise un mot?

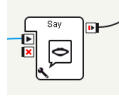
Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

304

4.6. NAO – 1. Dire un mot

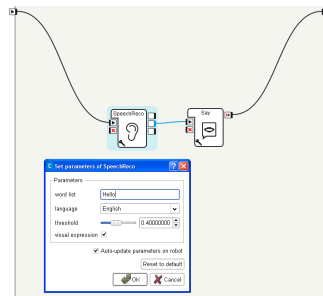
Comment programmer NAO pour qu' il dise un mot?

A



B SayStringAGN(« Hello »);

C



D

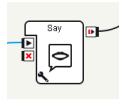
```
25703:
NAOStringToSend=« Hello »;
GoNext();
Break;case
```

4.6. NAO – 1. Dire un mot

Corr

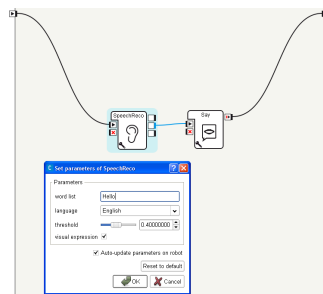
Comment programmer NAO pour qu' il dise un mot?

A



B SayStringAGN(« Hello »);

C

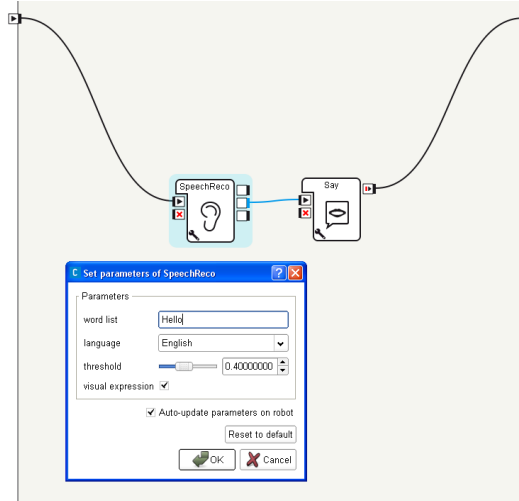


D

```
25703:
NAOStringToSend=« Hello »;
GoNext();
Break;case
```

4.6. NAO – 1. Dire un mot

Corr. 011.05.17



Exemple de programmation sans mouvements

4.6. NAO – 2. Faire un mouvement

011.05.17

Comment programmer NAO pour qu'il fasse un mouvement?

4.6. NAO – 2. Faire un mouvement

Comment programmer NAO pour qu'il fasse un mouvement?

- A** MoveAGN(PositionDeDepart);
- B** La programmation se fait de manière graphique en reliant le début du programme à l'entrée d'un bloc puis la sortie de ce même bloc à la fin du programme.
- C** Double cliquer sur le bloc «Timeline» afin de définir des points clés du mouvement souhaité.
- D** Mémorisation de points-clefs, notamment définis manuellement en mode apprentissage.
- E** Réponses B à D.

4.6. NAO – 2. Faire un mouvement

Corr

Comment programmer NAO pour qu'il fasse un mouvement?

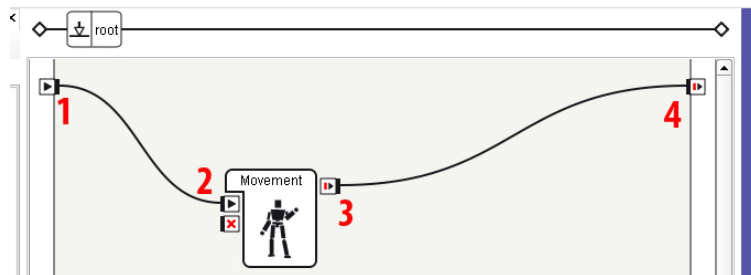
- A** MoveAGN(PositionDeDepart);
- B** La programmation se fait de manière graphique en reliant le début du programme à l'entrée d'un bloc puis la sortie de ce même bloc à la fin du programme.
- C** Double cliquer sur le bloc «Timeline» afin de définir des points clés du mouvement souhaité.
- D** Mémorisation de points-clefs, notamment définis manuellement en mode apprentissage.
- E** Réponses B à D.

4.6. NAO – 2. Faire un mouvement C70

Corr. 1 de 9 011.05.17

Programmer un déplacement (ref. Quinodoz-Schmutz 2011) (9a-m de 13)
Voir diapos suivantes

- La programmation se fait de manière graphique en reliant le début du programme (1) à l'entrée du bloc (2) puis la sortie de ce même bloc (3) à la fin du programme (4).



Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

311

5. Logiciels de manipulation et de programmation C70

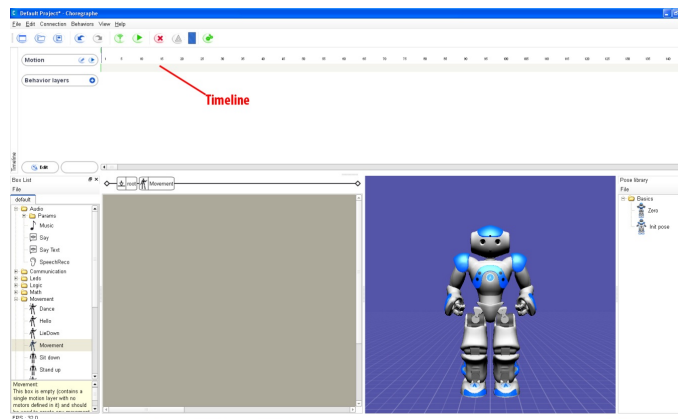
- Dans un premier temps, afin de protéger le robot, il est recommandé de manipuler une articulation qui ne met pas en danger l'équilibre ou l'intégrité du robot (l'articulation de la tête par ex.).
- Double cliquer sur le bloc «Timeline» afin de définir des points clés du mouvement souhaité.
- L'interface ressemble alors à l'image de la prochaine slide. On est maintenant dans le bloc «Timeline (anciennement: Movement)» qui est une sous-couche du programme principal.

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011, 10.03.2017

312

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9d de 13) **Corr. 3 de 9**

- Cette interface est identique à celle d'avant à l'exception de l'ajout d'une « Time line » (1).



HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011

313

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9e de 13), **Corr. 4 de 9, 011.05.17**

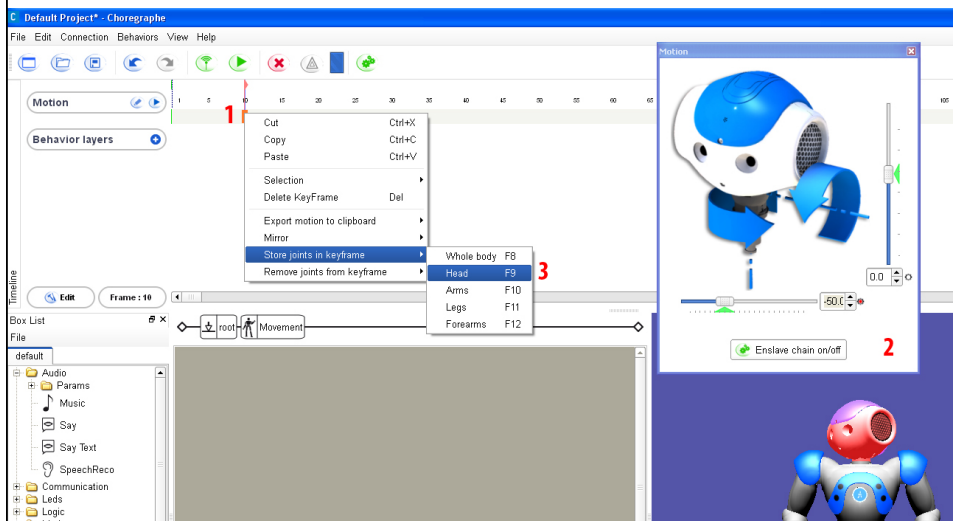
- (1) Il faut maintenant définir les points clés du mouvement. Pour cela, placer le curseur bleu sur «10» en cliquant sur la Time line à cet endroit.
- (2) Ensuite positionner le robot, dans notre cas, tourner légèrement la tête sur la droite (angle -50°). Deux manière de faire.
 - Positionner manuellement le robot (vérifier que les moteurs ne soient pas alimentés).
 - Positionner le robot à l'aide de l'interface 3D de «Choregraphe» (vérifier aussi que les moteurs soient hors tension, sinon le robot va prendre la position que vous régler).
- (3) Enregistrer la position des articulations (Store joints in keyframe). Il y a différentes possibilités, enregistrer toutes les articulations du robot ou seulement une partie. Dans le cas présent, seulement la tête.

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011

314

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9f de 13) , 011.05.17 Corr. 5 de 9

C70



HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011 **315**

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9g de 13) , 011.05.17 Corr. 6 de 9

C70

- Pour répéter un mouvement de tête, ajouter une keyframe (image clé) à «20» sur la Timeline (tête à angle zéro par ex.) puis une autre position à «30» avec un angle à $+50^\circ$ et pour finir une position à «40» avec un angle à 0° .
- Ceci aura pour effet de faire bouger la tête du robot de droite à gauche.

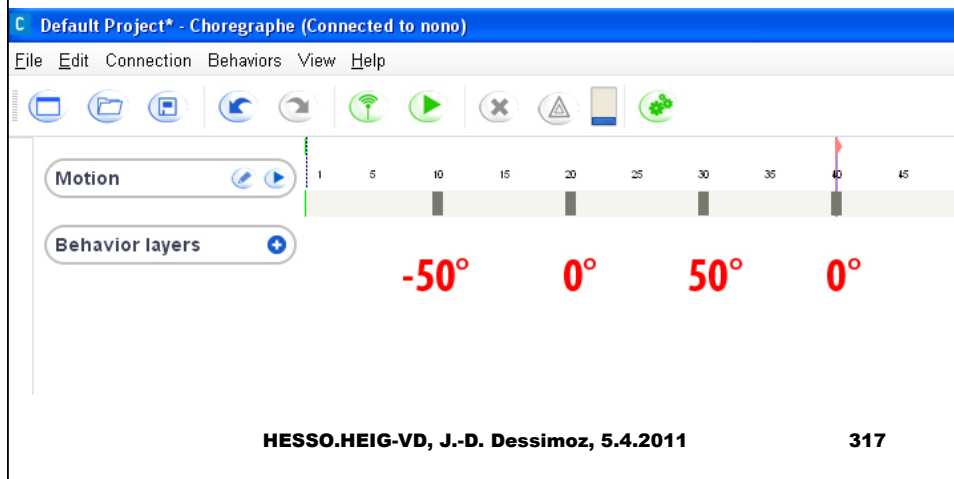
HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011

316

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9h de 13) **Corr. 7 de 9**

C70

, 011.05.17



5. Logiciels de manipulation et de programmation (9i de 13) **Corr. 8 de 9, 011.05.17**

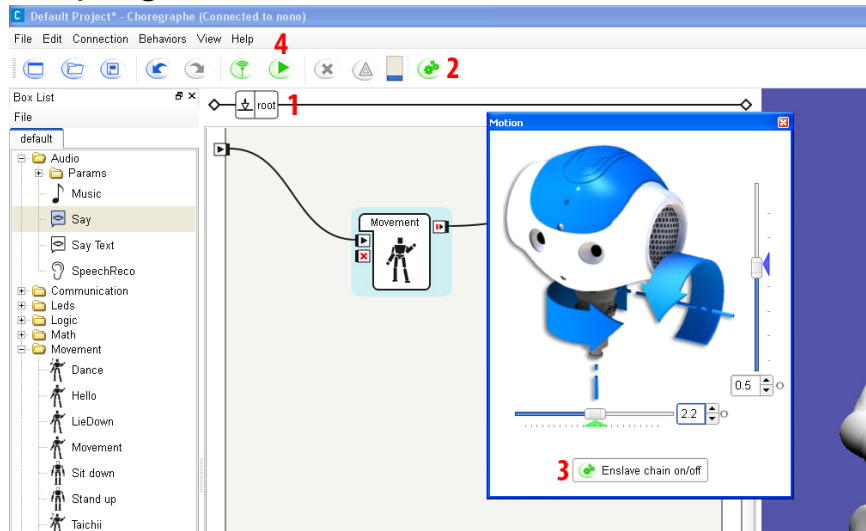
C70

- Pour retourner sur le programme principal, cliqué sur le bloc «root» (1).
- Mettre le robot sous tension. Pour cela deux manière, cliquer sur la dernière case de la barre d'outil («Enslave all motors on/off»)(2) ou une méthode plus sûre, ne mettre que l'axe de la tête sous tension(3). Cela évite que le robot bouge le reste du corps si les keyframes contiennent des information sur la position du reste du corps.
- Lancer le programme à l'aide du bouton «Play» (4) dans la barre d'outil. Le robot tourne la tête de droite à gauche. Voilà, vous avez réaliser votre premier mouvement personnalisé.

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011

318

5. Logiciels de manipulation et de programmation (9j de 13) **Corr. 9 de 9, 011.05.17**



HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 5.4.2011

319

4.6. NAO – 3. rôle de NAO à Singapour (cf. Robocup@Home);

011.05.17 , , 013.05.24

Comment NAO est-il intégré au groupe de robots du LaRA. Quel est son rôle?

C71

4.6. NAO – 3. rôle de NAO à Singapour (cf. Robocup@Home)

Comment NAO est-il intégré au groupe de robots du LaRA. Quel est son rôle?

- A** Transport autonome de boisson
- B** Médiateur, entre humains et machines
- C** Dialogue vocal et divertissement
- D** Transport autonome de snacks

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 mars 2017

321

C71

4.6. NAO – 3. rôle de NAO à Singapour (cf. Robocup@Home) **Corr**

Comment NAO est-il intégré au groupe de robots du LaRA. Quel est son rôle?

- A** Transport autonome de boisson
- B** Médiateur, entre humains et machines
- C** Dialogue vocal et divertissement
- D** Transport autonome de snacks

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 15 mars 2017

322

4.6. NAO – 3. Rôle de NAO à Singapour (cf. Robocup@Home); ^{C71}

Corr. 1 de 2 011.05.17

Médiateur:

- interagit avec les humains, en adoptant un aspect et une attitude humanoïde: parle, écoute, bouge de façon naturelle.

- Interagit avec les machines à l'aide des méthodes et protocoles courants (Ethernet TCP/IP, etc.)

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

323

8 Application en robotique coopérative ^{C71} Corr. 2 de 2

Dans l'application présentée ici, l'humanoïde Nono, de type Nao, en bas à droite, assure la médiation entre l'humain et les autres machines (plateforme OP-Y sur laquelle Nono est installé ; et robot RH-Y qui a apporté boisson et snacks)

L'application est illustrée en vidéo sur internet, à l'adresse suivante: <http://rahe.populus.ch>



HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 14 nov. 2009

324

4.6. NAO – 4. Mode de communication

011.05.17

Médiateur:

Quel est le mode de communication typique dans le contexte Piaget?

4.6. NAO – 4. Mode de communication

Médiateur:

Quel est le mode de communication typique dans le contexte Piaget?

- | | |
|---|---|
| A Protocole TCP-IP | B Protocole USB |
| C Echange de textes et commande d'articulation en position et en vitesse | D Commande visuelle et gestuelle |
| E Protocole Firewire | F A, et C |
| G B à D | |

C72

4.6. NAO – 4. Mode de communication

Corr

Médiateur:

Quel est le mode de communication typique dans le contexte Piaget?

- A** Protocole TCP-IP
- B** Protocole USB
- C** Echange de textes et commande d'articulation en position et en vitesse
- D** Commande visuelle et gestuelle
- E** Protocole Firewire
- F** A, et C
- G** B à D

HESSO.HEIG-VD, Exercices de Robotique et automatisation, JDZ, 9 mars 2017

327

C72

4.6. NAO – 4. Mode de communication

Corr. 1 de 8 011.05.17

Dans le sens ordinateur - robot NAO:

Voir slides suivantes.

Aussi:

TCP-IP: ping en 3-30ms??

Bluetooth?

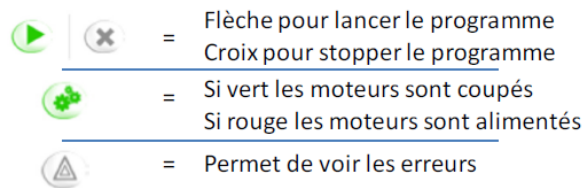
Part du système d'exploitation dans la (faible?) réactivité?

Exercices de Robotique et automatisation, JDZ/JDD 14.2.2011

328

7. Communication ordi-NAO (1 de 6) **Corr. 2 de 8**

Pour faire un nouveau programme il suffit de cliquer sur nouveau, attention lors de l'enregistrement d'être dans le bon fichier (étape n°2 et 3 de la figure 24 ci contre). De même, il est important de connaître quelques notions de base sur l'interface Choregraphe noté sur la figure ci-contre.



Notion de base sur interface Choregraphe

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 14 nov. 2009

329

7. Communication ordi-NAO (2 de 6) **Corr. 3 de 8**

7.1 Recevoir et envoyer une information depuis l'interface du NAO

Avant de commencer il faut ouvrir la librairie créée par M. Saurya. Pour ce faire, il faut cliquer sur Box List File/Open box library/Extra_saurya (L'ordinateur équipé de la librairie est celui au fond du laboratoire de robotique N° inventaire : C01PC08) ainsi vous aurez accès à tous les blocks nécessaires pour la suite.





Pour réaliser une communication avec un autre ordinateur avec un langage Piaget, il faut d'abord insérer le block « Connect » et mettre l'adresse IP correspondante au PC avec lequel on souhaite établir la communication. Deux autres blocks sont nécessaires pour établir une liaison, en effet impossible de communiquer avec autrui sans recevoir ou envoyer une information. Ainsi il faut également mettre les blocks « Receive » et « Send » qui permettent d'attendre l'instruction en provenance du PC et d'envoyer un message à l'autre ordinateur. Afin de faire un système autonome il est préférable de faire un code qui tourne en boucle. Il serait également judicieux de mettre les senseurs tactiles en parallèles au cas où le dialogue homme machine ne fonctionne pas (trop de bruit par exemple).

Les blocs les plus couramment utilisés pour réaliser une communication dans l'interface de programmation du NAO peuvent être résumés dans la liste ci-dessous.


HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 14 nov. 2009

330


7. Communication ordi-NAO (3 de 6) **Corr. 4 de 8**

-  **Connect** Permet la connexion avec un ordinateur
-  **Receive** Attente d'une instruction provenant du PC connecté
-  **Send** Permet d'envoyer une information au PC connecté (utiliser un block « Text Edit » avant pour inscrire le message à envoyer)
-  **Dispatcher** Dans ce block il faudra mettre toutes les variables attendus de l'extérieur on pourra de cette manière, séparer chaque action voulue pour chaque variable inscrite:



-  **SpeechReco mod** Permet de réaliser une liste de mots que le robot sera capable d'entendre (Attention à configurer la langue parlé)
Exemple:



-  **Gather** Permet de rassembler les lignes séparées avec le « Dispatcher » en une ligne de sortie

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 14 nov. 2009

331

7. Communication ordi-NAO (4 de 6) **Corr. 5 de 8**

7.2 Recevoir et envoyer une information depuis l'interface du RH-Y

Il n'est pas nécessaire de réaliser un code dans le langage Piaget pour connecter l'ordinateur avec le NAO car le block « Connect » utilisé dans le code Choregraphe établit la connexion entre les deux.

Toutefois, avant de commencer le code désiré en Piaget, il faut insérer la commande suivante qui ouvre la fenêtre de communication (les lignes inscrites sont des exemples) :

```
25699: ChatForm->Show();
      GoNext();
      break;case
```

Ensuite, il faut vérifier que la communication entre les deux robots soit établie. Pour ce faire on utilisera le code suivant :

```
25700: Answer = ReadMessageCom();
      if(Answer == "Ready");
      GoNext();
      break;case
```

Une fois les deux instructions ci-dessus faites, on peut sans autre réaliser le programme voulu, toutefois, pour recevoir et envoyer une information il faudra utiliser les instructions suivantes :

HESSO.HEIG-VD, J.-D. Dessimoz, 14 nov. 2009

332

7. Communication ordi-NAO (5 de 6) **Corr. 6 de 8**

```

25701: Answer = ReadMessageCom();
      GoNext();
      break;case

25702: if(ChatForm->MessageComAvalible)
      {
        Answer = ReadMessageCom();
        if(Answer != "")
          GoNext();
        else
          GoState(Ligne-1);
        ChatForm->MessageComAvalible = false;
      }
      else GoState(Ligne-1);
      break;case

25703: NAOStringToSend = "INFO";
      GoNext();
      break;case
    
```

Attente de la réception d'un message envoyé par NAO enregistré dans la variable «Answer »

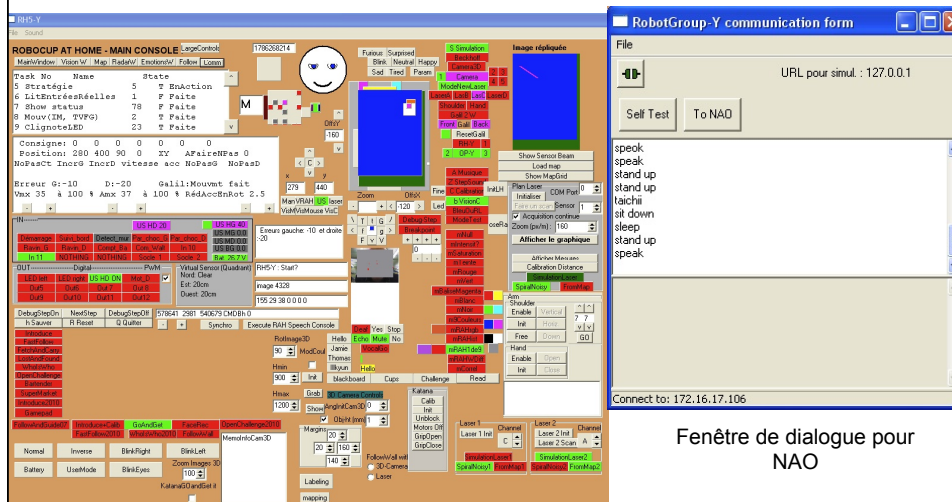
Exemple d'utilisation:
On contrôle si NAO a envoyé un nouveau message. S'il y a un message et qu'il n'est pas vide on continue, on peut ensuite utiliser la variable « Answer » par la suite.

Si non on retourne à la ligne précédente

Permet d'envoyer le texte « INFO » au programme Choregraphe de NAO (INFO est un exemple on peut envoyer n'importe quel message, il faut juste utiliser le même texte dans le programme du NAO)

Dans les deux cas (NAO ou RH-Y), celui qui reçoit l'information est en mode « Listening mode » et pas celui qui envoi. Ainsi, il faut donc s'assurer que les deux robots ne soient pas simultanément en mode « Listening mode » sinon le programme affichera une erreur, ce qui implique que les robots ne doivent pas recevoir (et implicitement envoyer) un message en même temps.

7. Communication ordi-NAO (6 de 6) **Corr. 7 de 8**



Fenêtre de dialogue pour NAO

Panneau de commande Piaget pour RH5-Y

7. Communication ordi-NAO (6b de 6) **Corr. 8 de 8**

The screenshot displays a software development environment for NAO robot programming. The main window is titled "ReadAPPosition" and contains a script editor with the following Python code:

```
class MyClass(GeneratedClass):  
    def __init__(self):  
        GeneratedClass.__init__(self)  
  
    def onInit(self):  
        # puts code for box initialization here  
        pass  
  
    def onDeInit(self):  
        # puts code for box cleanup here  
        pass  
  
    def onInput(self, p):  
  
        list_p = p.split()  
        list_number = len(list_p)  
  
        if list_number > 1:  
            names = list_p[0]  
            angleLists = float(list_p[1])  
            timeLists = float(list_p[2])  
            isAbsolute = True  
            proxy.angleInterpolation(names, angleLists,  
                                    timeLists, isAbsolute)  
            self.log("Invalid Command")  
        else:  
            self.onStopp() # activate output of the box  
        pass  
  
    def onOutput(self, p):  
        pass
```

The interface also includes a "Robot view" showing a 3D model of the NAO robot, a "Debug window" with log messages, and a "NAOConfig" window for configuring joint angles and times. The "NAOConfig" window has a table for joint configurations:

Joint	Angle	Time	Send	Read
HeadYaw	0.5	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JointLel1				
LShoulderPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LShoulderRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LElbowYaw			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LElbowRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LWristYaw			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LHand			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JointRl1				
RShoulderPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RShoulderRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RElbowYaw			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RElbowRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RWristYaw			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RHand			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JointLel2				
LHipYawPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LHipRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LHipPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LAnklePitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LAnkleRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JointRl2				
RHipYawPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RHipRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RHipPitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RAnklePitch			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RAnkleRoll			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>