

Fusion d'informations numériques : panorama méthodologique

Isabelle Bloch

<http://www.tsi.enst.fr/~bloch>

Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications - CNRS UMR 5141 LTCI
Paris - France



Nécessité de la fusion

- techniques d'acquisition et sources de données multiples
 - un capteur, plusieurs images
 - plusieurs capteurs
 - une image, plusieurs types d'informations
 - images multi-dates, séquences
- phénomènes complexes
- problèmes complexes (détection, reconnaissance, interprétation)
- applications variées

Une définition

Combinaison d'informations issues de sources différentes
dans le but d'améliorer la décision

Spécificités de la fusion d'informations spatiales

- Informations hétérogènes
 - images de sources variées
 - information extérieure, connaissance experte
 - numérique / symbolique
- Information imparfaite
 - incertitude / imprécision
 - ambiguïté, incomplétude
- Complexité
 - nombreuses techniques d'acquisition
 - gros volumes de données
 - redondance / complémentarité
- Information spatiale
- Vérité
 - existe (plus ou moins)
 - difficile d'accès
- Objectivité / subjectivité

Classification et typologie

selon plusieurs points de vue :

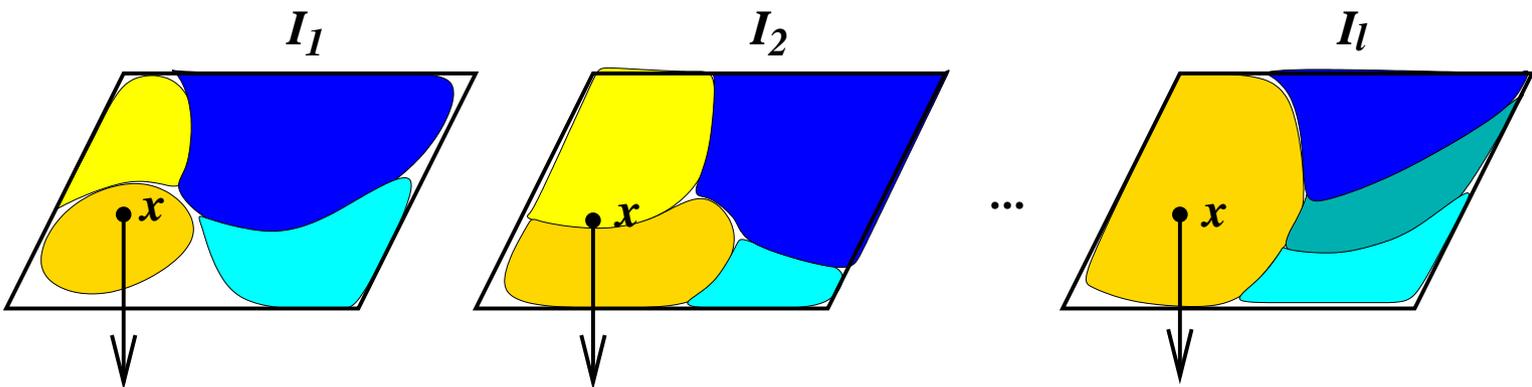
- architecture, schémas de fusion
- données et leurs spécificités
- niveau d'information
- niveau de fusion
- méthodes

Niveaux de fusion

- Bas (pixels, cellules)
- Intermédiaire (primitives extraites des images, d'une carte, régions)
- haut (objets)

⇒ pas les mêmes contraintes sur le recalage, sur la modélisation, etc.

Schéma général



C_1	M_1^1	M_1^2	M_1^l	\xrightarrow{F}	M_1
C_2	M_2^1	M_2^2	M_2^l	\xrightarrow{F}	M_2
C_3	M_3^1	M_3^2	M_3^l	\xrightarrow{F}	M_3
...
C_n	M_n^1	M_n^2	M_n^l	\xrightarrow{F}	M_n



Conflit ?

Systeme distribue ou centralise ?

Distribue (fusion de decisions) :

- decision locale
- adequation source / traitement, ajout de nouvelles sources
- faible cout de communication
- faible cooperation entre les sources, probleme de conflit

Centralise :

- toute l'information
- pas de decision intermediaire
- bande large de communication

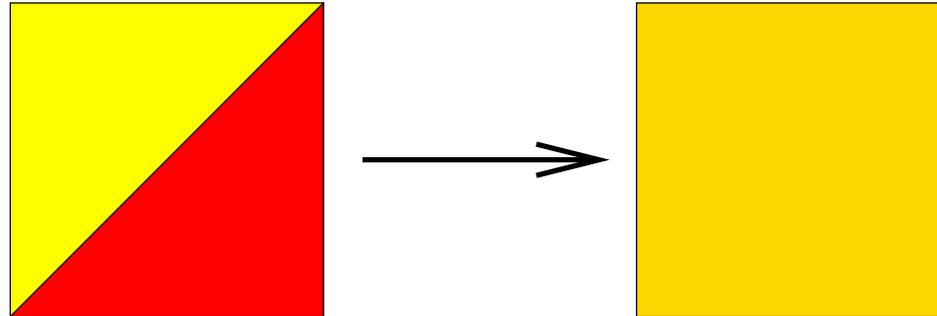
Principales étapes

1. modélisation du problème et de l'information
2. estimation
3. combinaison
4. décision

Méthodes numériques

	Probabilités	Flou / Possibilités	Croyances
M_i^j	$P(C_i I_j)$	$\mu_i^j / \pi^j(C_i)$	$m_j(A), Cr_j(A), Pls_j(A),$ $A \subseteq \{C_1, \dots, C_n\}$
Fusion	Bayes	$F : [0, 1]^l \rightarrow [0, 1]$	règle orthogonale \oplus
Décision	MAP, etc.	max + contraintes	max-Cr, max-Pls, etc.
	hypothèses apprentissage statistiques	classification des opérateurs (comportement, propriétés, conflit)	modélisation (éléments focaux, hypothèses composées)

Exemple : volume partiel



- Probabilités :

$$p(C_1|x) = a \quad p(C_2|x) = 1 - a$$

- Flou : C_1 avec le degré μ_1 et C_2 avec le degré μ_2
- Fonctions de croyance : $C_1 \cup C_2$

Introduction de l'information spatiale

- Au niveau de la modélisation

- localement :

$$M_i^j(x) = F_i[f_j(y), y \in \mathcal{V}(x)]$$

- primitives (segments, contours, régions) \Rightarrow information spatiale locale est implicitement prise en compte dans la représentation
- globalement : relations spatiales

- Au niveau de la décision

- reclassification par majorité absolue

$$x \in C_i \text{ si } |\{y \in \mathcal{V}(x), y \in C_i\}| \geq \frac{|\mathcal{V}|}{2}$$

- reclassification par règle majoritaire

$$x \in C_i \text{ si } |\{y \in \mathcal{V}(x), y \in C_i\}| = \max_k |\{y \in \mathcal{V}(x), y \in C_k\}|$$

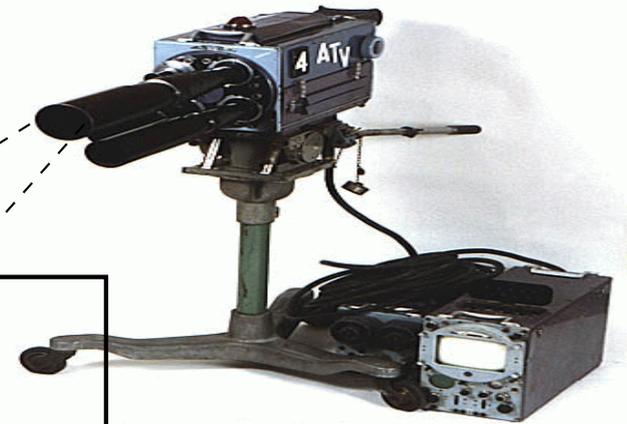
- Au niveau de la combinaison

- plus rare et plus délicate
- cadre bayésien : approche markovienne
- information supplémentaire comme source supplémentaire

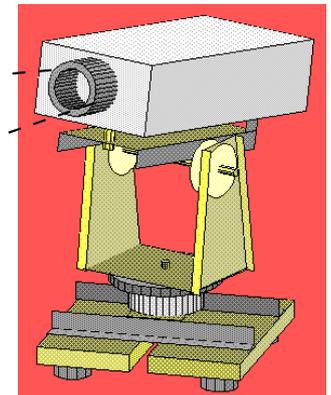
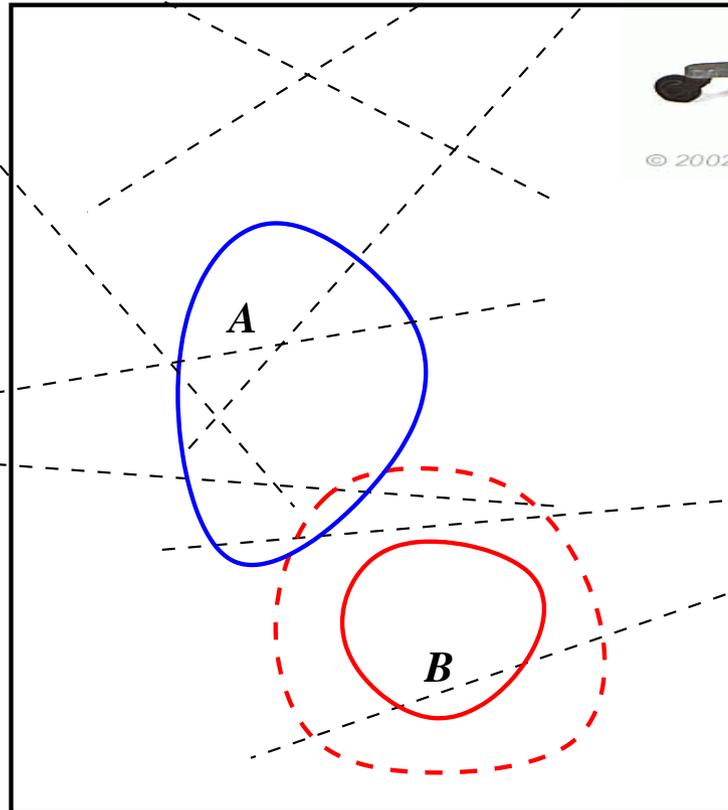
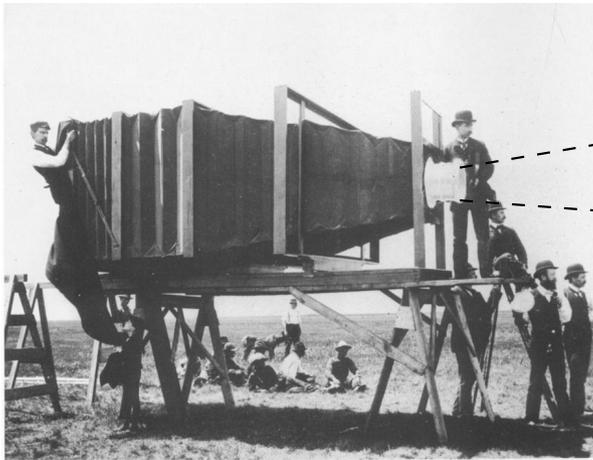
Exemple de fusion par fonctions de croyances



1952 Pye Mark-III (UK)
Image Orthicon 405-line TV Camera



© 2002 TVhistory.TV (TVIK)



Exemple de fusion par fonctions de croyances

Modélisation :

- 3 capteurs voient un objet en A
- 1 capteur voit un objet en B
- fiabilités des capteurs \Rightarrow ignorance partielle (masse non nulle sur l'espace de discernement)
- Exemple : $m_1(A) = 0,8$, $m_1(D) = 0,2$, $m_4(B) = 0,6$, $m_4(D) = 0,4$

Fusion : conflit élevé

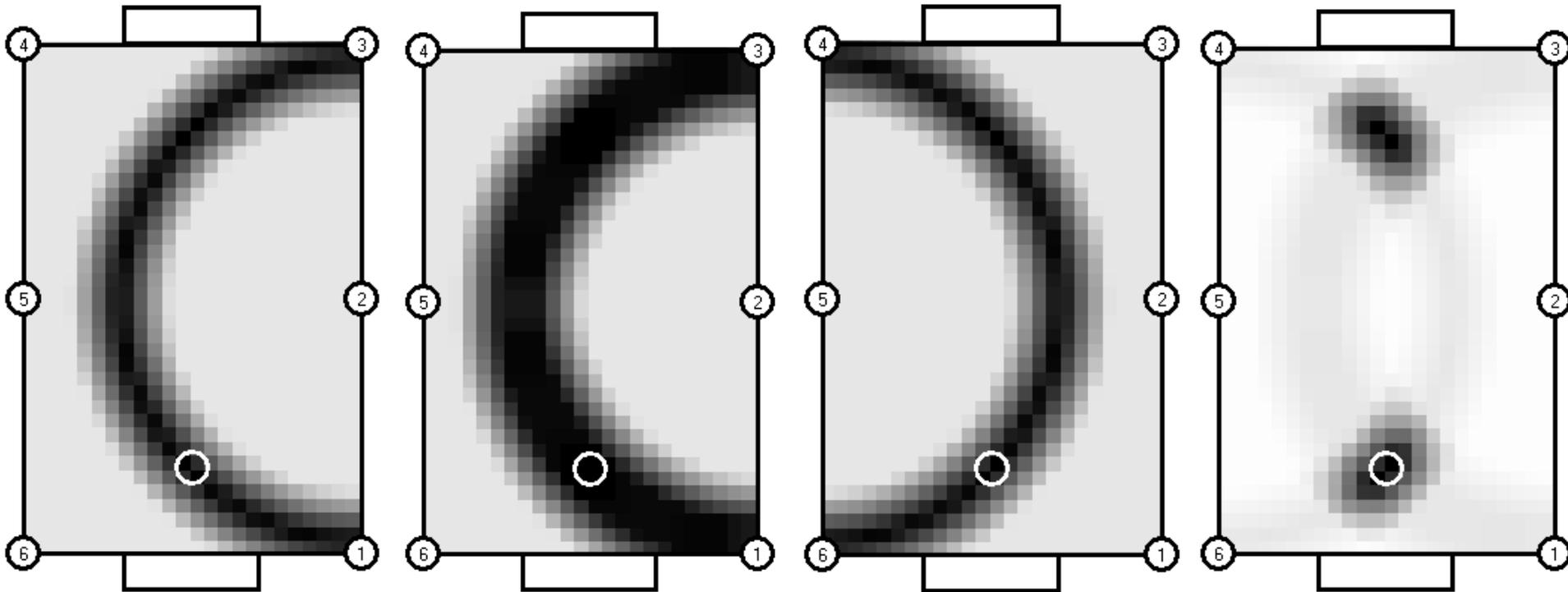
$$m_{14}(A) = 0,32, \quad m_{14}(B) = 0,12, \quad m_{14}(A \cap B) = 0,48, \quad m_{14}(D) = 0,08$$

- si $A \cap B = \emptyset$: deux objets (2 groupes de capteurs, séparés en calculant le conflit)
- objet dans $A \cap B$ (imprécision spatiale des capteurs, diminue après fusion)

Exemple de fusion floue en robotique mobile

(Alessandro Saffiotti, Univ. Örebro)

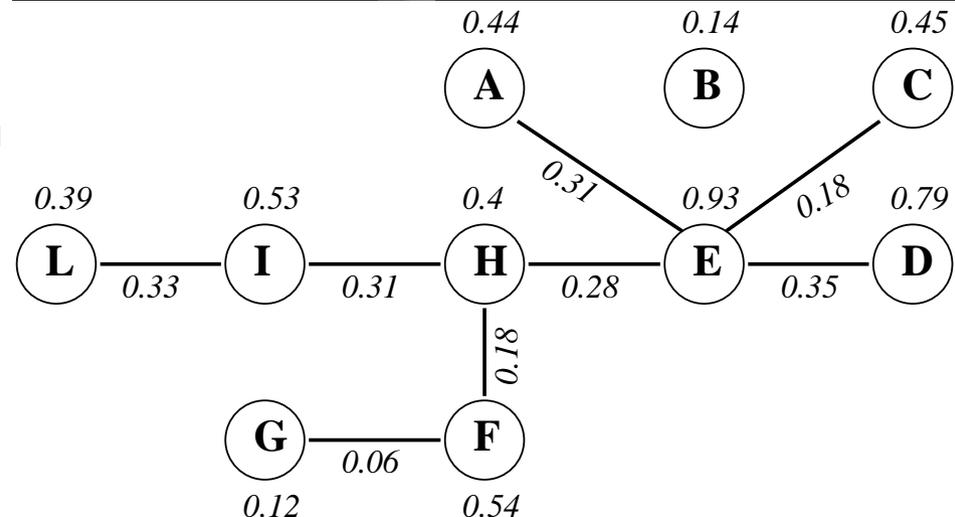
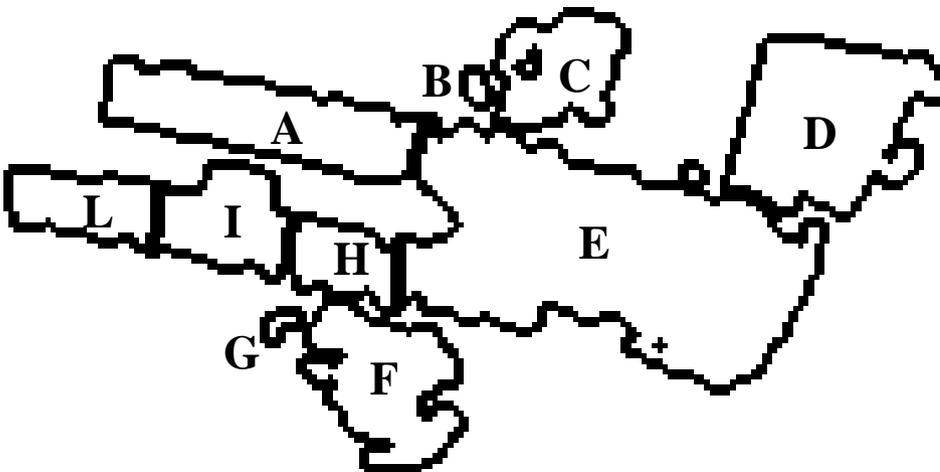
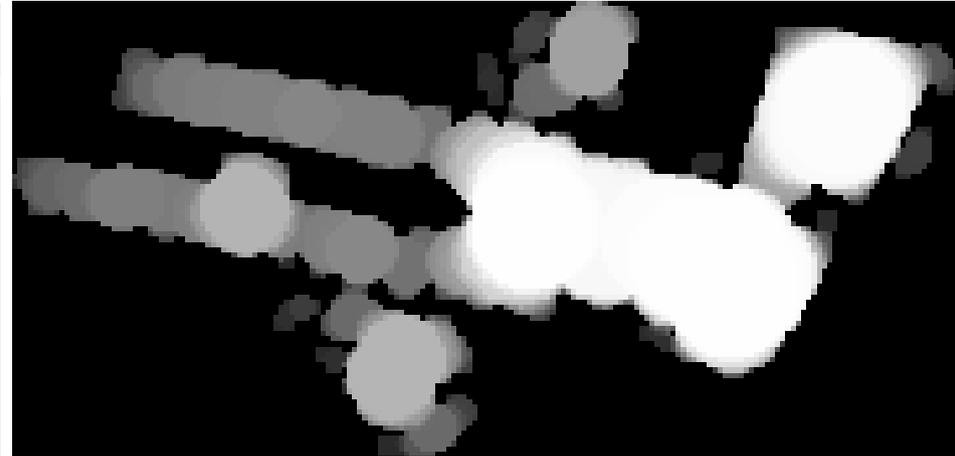
Localisation



Exemple de fusion floue en robotique mobile

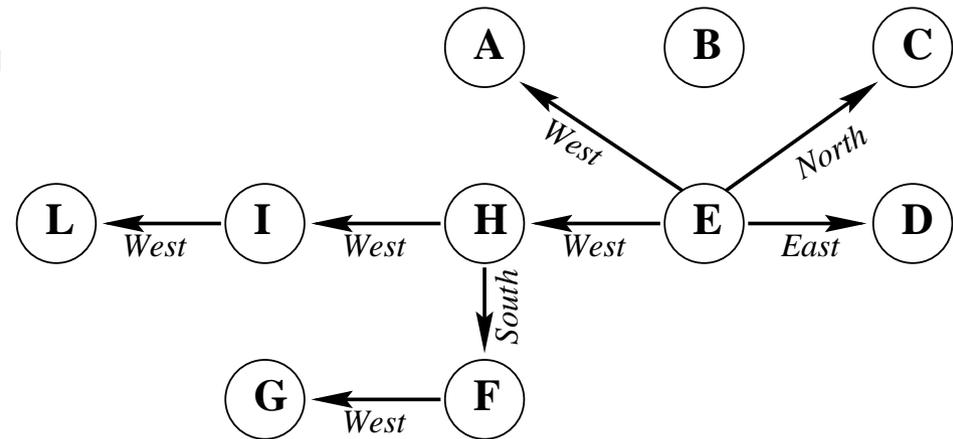
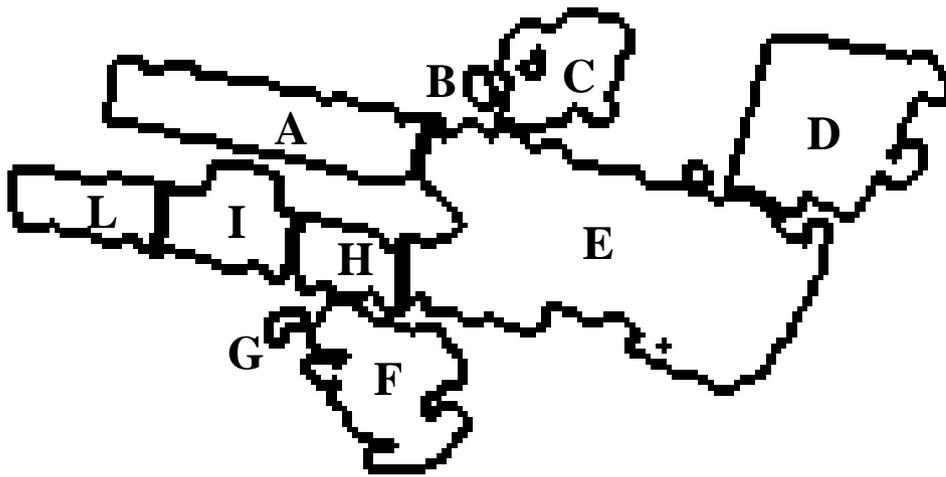
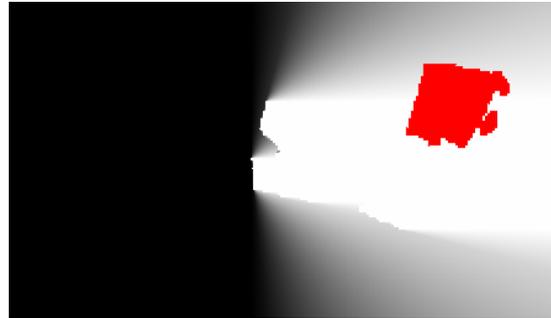
(Alessandro Saffiotti, Univ. Örebro)

Description structurée de l'environnement



Exemple de fusion floue en robotique mobile (Alessandro Saffiotti, Univ. Örebro)

Description structurée de l'environnement



Conclusion : questions ouvertes

- données et connaissance : quelle est leur origine ?
- relations entre les sources, indépendance
- conflit : juste une forme de complémentarité ou réelle incohérence ? doit-il toujours être résolu ?
- algorithmes, choix d'une méthode de combinaison
- évaluation, accès à la vérité

Conclusion : que sait-on faire ?

Exemple de la fusion numérique

- bonne maîtrise des différentes classes d'approche
- données numériques et/ou symboliques
- représentation numérique de l'information
- fusion numérique
- combinaison avec des représentations structurelles
- application typique : classification d'images multi-sources
- développements en robotique, en vision robotique

Ouverture vers des approches symboliques.